

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 200 11 201
UBA-FB 000536



Synopse von Ansätzen zur systemaren Umweltforschung – deutsche Beiträge zum Ökosystemmanagement

von

Dipl.-Ing. Konstanze Schönthaler*

Dr. Felix Müller**

Dr. Jan Barkmann***

* Bosch & Partner GmbH, München

** Ökologie-Zentrum der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

*** Universität Göttingen

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei

Vorauszahlung von 10,00 €

durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Wolframstraße 95-96,
12105 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in dem Bericht geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet II 1.1
Steffen Matezki, Gabriele Twistel, Kati Mattern, Thilo Mages-Déle

Berlin, Dezember 2003

GLIEDERUNG

1	Einführung	1
1.1	Ausgangssituation und Auftrag des Vorhabens	1
1.2	Ökosystemforschung als Untersuchungsgegenstand	2
2	Elemente des Forschungsvorhabens	8
2.1	Internet- und Literaturrecherche zur Synopse	8
2.2	Fragebogenerhebung	10
2.3	Workshop	14
3	Synopse	16
3.1	Rechercheinhalte der Datenbank – eine Übersicht	16
3.2	Internationale Forschungsprogramme und -verbünde.....	19
3.2.1	Earth System Science Partnership	19
3.2.1.1	IGBP	19
3.2.1.2	IHDP	20
3.2.1.3	WCRP	21
3.2.1.4	DIVERSITAS	22
3.2.2	Forschungsprogramm der Europäischen Union.....	23
3.2.3	Fluxnet-Netzwerk.....	25
3.2.4	GTOS, GCOS und GOOS	25
3.2.4.1	GTOS	26
3.2.4.2	GCOS.....	26
3.2.4.3	GOOS.....	27
3.2.5	ICP Forests	28
3.2.6	Integrated Global Observing Strategy.....	28
3.2.7	Long Term Ecological Research Network und International Long Term Ecological Research Network.....	29
3.2.8	Weitere international angelegte Ökosystemforschungsinitiativen.....	30
3.3	Kurzes Fazit	31
4	Auswertung nationaler und internationaler Ökosystemforschungs- vorhaben – Methoden und Nutzung der Ergebnisse.....	32
4.1	Bedeutung der Ökosystemforschung im Wissenschaftssystem	32
4.2	Beitrag der Ökosystemforschung zum Paradigmenwechsel in der Umweltpolitik	34
4.2.1	Erfolge der Ökosystemforschung.....	34
4.2.2	Diskussion	38

4.3	Beitrag der Ökosystemforschung zur Formulierung umweltpolitischer Ziele	40
4.4	Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung	42
4.4.1	Grundlegendes	42
4.4.2	Bedeutung der Ökosystemforschung für die (Weiter-)Entwicklung und Anwendung von Planungsmethoden	46
4.4.3	Bedeutung der Ökosystemforschung für die Anwendung technischer Hilfsmittel in der Umweltplanung	48
4.4.4	Diskussion	50
4.5	Beitrag der Ökosystemforschung zu Umweltbeobachtung/Umweltüberwachung und Indikatorenfindung	54
4.5.1	Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung	54
4.5.1.1	Impulse struktureller, inhaltlicher und methodischer Art für die Konzeption von Umweltbeobachtungsprogrammen	56
4.5.1.2	Beitrag der Ökosystemforschung zu technischen Neuerungen in der routinemäßigen Umweltbeobachtung	58
4.5.1.3	Diskussion	60
4.5.2	Beiträge der Ökosystemforschung zur Indikatorendiskussion	62
4.6	Impulse der Ökosystemforschung für Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit	64
4.6.1	Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit	64
4.6.2	Akademische Umweltbildung	67
4.7	Impulse für ein „Ökosystem-Management“	69
4.7.1	Der Ökosystemare Ansatz der Biodiversitätskonvention	70
4.7.2	Die Leitlinie "Ecosystem Health"	71
4.7.3	Die Leitlinie „Ökologische Integrität“	72
4.8	Zusammenfassende Auswertung	73
5	Schlussfolgerungen	76
5.1	Empfehlungen für die künftige Ökosystemforschung	76
5.1.1	Inhaltliche Empfehlungen für die künftige Ökosystemforschung	76
5.1.1.1	Entwicklung von Instrumenten und Methoden	76
5.1.1.2	Thematische Schwerpunkte	77
5.1.2	Empfehlungen für räumliche Schwerpunktsetzungen in der künftigen Ökosystemforschung	79
5.1.3	Organisatorische Empfehlungen für die künftige Ökosystemforschung	79
5.1.3.1	Strukturelle Voraussetzungen für gelungene Interdisziplinarität	80

5.1.3.2	Organisatorische und strukturelle Voraussetzungen für einen effektiven Wissenstransfer aus der Ökosystemforschung in die Anwendung	83
5.1.3.3	Internationalisierung und Netzwerkbildung	85
5.2	Empfehlungen für die künftige Evaluierung von Ökosystemforschungsvorhaben	85
5.3	Empfehlungen für die Förderpraxis.....	86
6	Literatur	88

Tabellen

Tab. 1	Datenfelder zur Beschreibung der Ökosystemforschungsvorhaben in der Projektdatenbank.....	8
Tab. 2	Fragebogenrückläufe.....	13
Tab. 3	Zuordnung der Datensätze nach Kontinenten.....	17
Tab. 4a	Konzeptionelle Spannungsfelder zwischen analytischen und synthetisierenden Forschungsansätzen in den Umweltwissenschaften	35
Tab. 4b	Konzeptionelle Spannungsfelder bei der Entwicklung von Umweltmanagement – Strategien	35
Tab. 5	Versuch einer begrifflichen Abgrenzung zwischen Forschung und Umweltbeobachtung	55
Tab. 6	Anforderungen an Nachhaltigkeitsindikatoren.....	62

Abbildungen

Abb. 1	Verteilung der in die Datenbank aufgenommenen Forschungsprojekte nach Ökosystemtypen/Biomen	16
Abb. 2	Die Verteilung der ausgewerteten Forschungsvorhaben zur Ökosystemforschung nach Kontinenten	18
Abb. 3	Spannungsfeld der Ökosystemforschung und Planung im Vergleich	51

Materialien

Materialien 1	Beispielhafte Auszüge aus der Projektdatenbank	1
Materialien 2	Fragebögen	18
Materialien 3	Adressaten der Fragebögen	39
Materialien 4	Auswertung der Fragebogenaktion	44
Materialien 5	Programm des Workshop	78
Materialien 6	Teilnehmerliste des Workshops	80
Materialien 7	Thesenpapier zum Workshop	88
Materialien 8	Abstracts der Key-Notes vom Workshop	101
Materialien 9	Ergebnisberichte der Rapportureure der Arbeitsgruppen	115

Materialien 10 Wesentliche Ergebnisse von Ökosystemforschungsvorhaben	126
Materialien 11 Die Ökosystemforschung Wattenmeer und die Malawi-Prinzipien	142

Erläuterungen zum Text

Bei den im Text kursiv und eingerückt abgesetzten Textpassagen handelt es sich um konkrete Beispiele aus Ökosystemforschungsvorhaben, andere Detaillierungen oder um längere Zitate, welche die vorab getroffenen textlichen Aussagen belegen.

Abkürzungen

ABAG	Allgemeine Bodenabtragungsgleichung
ACSYS	Arctic Climate System Study
AOPC	Atmospheric Observation Panel for Climate
AOT	Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb
ARTERI	Arctic-Alpine Terrestrial Ecosystems Research Initiative
BAHC	Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle
BALTEX	GEWEX Baltic Sea Experiment
BERMS	The Boreal Ecosystem Research and Monitoring Sites
BFA-Fi	Bundesforschungsanstalt für Fischerei
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BIODEPTH	Diversity and Ecological Processes in Terrestrial Herbaceous ecosystems
BIOGEST	Biogas Transfer in Estuaries
BITÖK	Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BNatSchG	Bundes-Naturschutzgesetz
BOREAS	Boreal Ecosystem-Atmosphere Study
CACGP	Commission on Atmospheric Chemistry and Global Pollution
CBD	Convention on Biodiversity, Biodiversitätskonvention
CEOS	Committee on Earth Observation Satellites
CliC	Climate and Cryosphere
CLIPS	Climate Information and Prediction Services
CLIVAR	Climate Variability and Predictability
CLUE	Changing Land Usage, Enhancement of biodiversity and ecosystem development
DAAD	Deutscher Akademischer Austauschdienst
DART	Dynamic response of the forest–tundra ecotone to environmental change
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DEGREE	Diversity Effects in Grassland Ecosystems of Europe
DFG	Deutsche Forschungsgesellschaft
DWD	Deutscher Wetterdienst

ECOMONT	Ecological Effects of Land-Use Changes on European Terrestrial Mountain Ecosystems
EMERGE	European Mountain lake Ecosystems: Regionalisation, diagnostic & socio-economic Evaluation
ESS-P	Earth System Science Partnership
EU	Europäische Union
FAM	Forschungsverbund Agrarökosysteme München
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
F+E	Forschung und Entwicklung
FOREM	Forest Ecosystem Monitoring
FTZ	Forschungs- und Technologiezentrum Westküste
FWZ	Forschungszentrum Waldökosysteme an der Universität Göttingen
GAIM	Global Analysis, Integration and Modelling
GAME	GEWEX Asian Monsoon Experiment
GAW	Global Atmosphere Watch
GCIP	GEWEX Continental-scale International Project
GCOS	Global Observing System
GCP	Global Carbon Project
GCSS	GEWEX Cloud System Study
GCTE	Global Change and Terrestrial Ecosystems
GECAFS	Global Environmental Change and Food Systems
GECHS	Global Environmental Change and Human Security
GEWEX	Global Energy and Water Cycle Experiment
GIS	Geographisches Informationssystem
GLOBEC	Global Ocean Ecosystem Dynamics
GLORIA-EUROPE	The European dimension of the Global Observation Research Initiative in Alpine Environments
GSF	GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit/Neuherberg
GODAE	Global Ocean Data Assimilation Experiment.
GOOS	Global Oceanic Observing System
GOSIC	Global Observing Systems Information Center
GPCP	Global Precipitation Climatology Project
GTOS	Global Terrestrial Observing System
GVaP	Global Water Vapour Project
HIBECO	Human interactions with the Mountain Birch Forest Ecosystems
IAMAS	International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences
IBP	Internationales Biologisches Programm
ICP	International Co-operative Programme
ICSU	International Council for Science
IDGEC	Institutional Dimensions of Global Environmental Change
IGAC	International Global Atmospheric Chemistry
IGBP	International Geosphere-Biosphere Programme
IGFA	International Group of Funding Agencies for Global Change Research
IGOS	Integrated Global Observing Strategy
IHDP	International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change

ILTER	International Long Term Ecological Research
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission
ISCCP	International Satellite Cloud Climatology Project
ISLSCP	International Satellite Land-Surface Climatology Project
IT	Industrial Transformation
ITEX	Internationales Tundraexperiment
IUBS	International Union of Biological Sciences
IUCN	The World Conservation Union
IUMS	International Union of Microbiological Societies.
JGOFS	Joint Global Ocean Flux Study
JWP	Joint Water Project
LOICZ	Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone
LTER	Long Term Ecological Research
LUCC	Land-Use and Land-Cover Change
LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
MAB	Man and the Biosphere
MLUR	Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg
MOLAR	Measuring and Modelling the Dynamic Response of remote Mountain Lake Ecosystems to Environmental Change
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NGO	Non governmental Organisation
NSF	National Science Foundation
NSN	Northern Sciences Network
NSSE	Nordic Subarctic-Subalpine Ecology
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OOPC	Ocean Observation Panel for Climate
PAGES	Past Global Changes
PIRATA	Pilot Research Array of buoys in the Tropical Atlantic und
PROTOS	Production and transport of organic solutes
RENMAN	The Challenges of Modernity for Reindeer Management
ROBUST	Role of buffering capacities in stabilising coastal lagoon ecosystems
SBSTTA	Subsidiary Body on Scientific Technical and Technological Advice
SCOR	Scientific Committee on Oceanic Research
SCOPE	Scientific Committee on Problems of the Environment
SFB	Sonderforschungsbereich
SOLAS	Surface Ocean-Lower Atmosphere Study
SPARC	Stratospheric Processes And their Role in Climate
SRU	Rat von Sachverständigen für Umweltfragen
SSC	Scientific Steering Committee
StaBA	Statistisches Bundesamt
STAR	Special Target Areas of Research
START	System for Analysis, Research and Training
TA	Technische Anleitung
TCO	Terrestrial Carbon Observation

TERI	Terrestrial Ecosystem Research Initiative
TERICA	Terrestrial Ecosystem Research Initiative Concerted Action
TERN	Terrestrial Ecosystem Research Network
TMAP	Trilateral Monitoring and Assessment Program
TOGA	Tropical Ocean and Global Atmosphere
TOROS	Tinto Odriel River Ocean Study
TUHH	Technische Universität Hamburg-Harburg
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle
UGR	Umweltökonomischen Gesamtrechnungen
UNCED	UN Conference on Environment and Development
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UQZ	Umweltqualitätszielen
USLE	Universal Soil Loss Equation
UST	Umweltqualitätsstandard
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
WAVES	Water Availability and Vulnerability of Ecosystems – North Eastern Brazil
WCDMP	World Climate Data and Monitoring Programme
WCRP	World Climate Research Programme
WMO	World Meteorological Organization
WOCE	World Ocean Circulation Experiment
MWF	Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen
WWW	World Weather Watch
ZALF	Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund und Ziele

Um effiziente Maßnahmen zur Umweltvorsorge konzipieren und durchführen zu können, ist es erforderlich, die Umwelt systemar zu analysieren. Vor diesem Hintergrund wurde 1978 im Auftrag des Bundesministers des Innern und unter Beteiligung des Forschungs- und Landwirtschaftsministeriums ein Konzept für ein Ökosystemforschungsprogramm des Bundes erarbeitet. Aufbauend auf diesem Konzept wurden durch die beiden Bundesressorts BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) und BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) Ökosystemforschungsprojekte u.a. in Berchtesgaden, München, Bayreuth, Göttingen und Kiel durchgeführt. Als letztes Verbundprojekt des BMU wurde in Zusammenarbeit mit den Ländern Schleswig-Holstein und Niedersachsen und dem BMBF die Ökosystemforschung Wattenmeer gefördert. Das Vorhaben wurde 1999 mit einer Gesamtsynthese abgeschlossen.

Nach Abschluss dieser Forschungsprojekte stellten sich die folgenden Fragen:

- Welche Beiträge hat die deutsche Ökosystemforschung zur internationalen Diskussion um ein systemares Umweltmanagement geliefert?
- In welchen Bereichen haben Politik, Planung und Beratung von den Methoden und Ergebnissen der Ökosystemforschung profitiert und woran liegt es, dass deren Potenziale bisher nicht ausgeschöpft werden konnten?
- Welche Empfehlungen lassen sich aus diesen Erfahrungen für die inhaltliche, organisatorische und methodische Ausrichtung potenzieller künftiger Forschungsvorhaben ableiten?

Das vom Umweltbundesamt Ende 2001 beauftragte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Synopse von Ansätzen zur systemaren Umweltforschung – deutsche Beiträge zum Ökosystemmanagement“ sollte zur Klärung dieser Fragen beitragen. Das Vorhaben wurde in Kooperation der Bosch & Partner und des Ökologie-Zentrums Kiel durchgeführt und Ende März 2003 abgeschlossen.

Was ist Ökosystemforschung?

Unter Ökosystemforschungsvorhaben werden im Folgenden diejenigen Forschungsvorhaben verstanden, die eine integrierte Untersuchung biotischer und abiotischer Ökosystemkomponenten sowie eine Kopplung von Untersuchungen in mehreren Umweltmedien beinhalten, in ihren Betrachtungen sowohl Wasser- und Stoffflüsse als auch Energieumwandlungen berücksichtigen und sich für diese Untersuchungen empirischer Methoden bedienen. Wesentliches Charakteristikum von Ökosystemforschungsvorhaben ist darüber hinaus, dass mehrere Arbeitsgruppen innerhalb eines interdisziplinären Arbeitsprogramms miteinander kooperieren und ihre Teilergebnisse in einer abschließenden Projektsynthese zusammenführen.

Methoden

Informationen zu den weltweit durchgeführten Ökosystemforschungsvorhaben und zur Transformation ihrer Ergebnisse in die Praxis des Umweltpolitik und des Umweltmanagements entstammen den folgenden Quellen:

- **Fragebogenerhebung**

Im Rahmen des F+E-Vorhabens wurde Anfang 2002 eine Fragebogenerhebung durchgeführt.

Der dreigliedrige Fragebogen wurde per e-mail an 190 Experten im deutschen und internationalen Raum versandt. Die Adressaten waren bekannte Kapazitäten der Ökosystemforschung (insbesondere Projektleiter und Projektmitarbeiter in herausgehobenen Positionen), in der Lehre und Ausbildung Tätige mit Einsicht in die Ökosystemforschung (wie Professoren und Mitarbeiter an Universitäten) sowie Personen, die in der Umweltpolitik, -verwaltung oder -planung tätig sind oder waren (wie Vertreter von Planungsbüros und der Umweltverwaltung sowie von Behörden und Institutionen, die in den Bereichen Umweltbeobachtung und Umweltberichterstattung tätig sind). Die von 35 Personen ausgefüllten Fragebögen wurden mit Blick auf die zentralen Fragestellungen des Vorhabens ausgewertet

- **Internet- und Literaturrecherche**

Mit dem Ziel, einen Überblick über abgeschlossene und noch laufende Ökosystemforschungsvorhaben weltweit zu schaffen, wurden eine umfassende Internet- und Literaturrecherche durchgeführt und Informationen zu den recherchierten Projekten in einer Datenbank systematisch zusammengestellt. Die Datenbank hält im derzeitigen Stand zu 275 Projekten Informationen über die durchführenden Institutionen, die Finanzierung, die Laufzeit, die inhaltlichen und methodischen Schwerpunkte, die Lage der Forschungsgebiete sowie über Details zu Kontaktpersonen, Publikationen und Internetadressen vor. Sie ist grundsätzlich für Fortschreibungen offen.

- **Workshop**

Vom 22. bis 24.10.2002 wurde im Kulturzentrum Salzac bei Kiel ein internationaler Workshop veranstaltet, bei dem ca. 60 Experten aus Forschung, Planung und Verwaltung über die Ergebnisse und Perspektiven der Ökosystemforschung diskutierten. Neben Vertretern aus Deutschland waren auch Kollegen aus Italien, den Niederlanden, Dänemark, den Vereinigten Staaten, aus Kanada, Litauen und Russland beteiligt. Neben Plenarvorträgen fand in vier Arbeitsgruppen mit den Schwerpunkten „konzeptionelle, methodische und strategische Erfahrungen und Probleme in der Ökosystemforschung“, „Ökosystemforschung und Ökosystemmanagement – Leitlinien für eine integrative Umweltpraxis“, „Erfahrungen und Probleme aus der Ökosystemforschung in der Anwendung - Anforderungen aus Politik und Planung“ sowie „Zukunft der Ökosystemforschung“ ein umfassender Erfahrungsaustausch statt. Die Diskussionen wurden durch ein Thesenpapier unterstützt und in Ergebnisberichten zusammengefasst.

Ergebnisse

Mit der Ökosystemforschung ist das Wissen um die Ökologie von Systemen, Populationen und Organismen gewachsen. Die Nutzung von Ökosystemen hat sich mit dem Zuwachs von

Erkenntnissen über Ökosysteme in vielen Bereichen grundlegend verändert. Die Ökosystemforschung konnte Wissen darüber erwerben und verbreiten, welche ökonomischen und sozialen Konsequenzen mit Veränderungen von Ökosystemen verbunden sind. Auch wenn von der Ökosystemforschung in der Vergangenheit viele förderliche Impulse auf das Wissenschaftssystem und die Umweltpraxis ausgegangen sind, so sind diese doch häufig indirekter Natur und nur schwer quantifizierbar. In vielen Bereichen bestehen noch große Lücken in der Transformation der ökosystemaren Erkenntnisse, und es harren erhebliche Potenziale einer konkreten Umsetzung.

- **Impulse aus der Ökosystemforschung für das Wissenschaftssystem**

Die Ökosystemforschung hat entscheidend zum vernetzen Denken und Handeln beigetragen, interdisziplinäre Denk- und Betrachtungsweisen gefördert und auf diesem Wege wesentlichen Einfluss auf das Wissenschaftssystem genommen. Mit der Ökosystemforschung ging u.a. durch die Berücksichtigung des Faktors „Mensch“ eine Erweiterung des Untersuchungsgegenstandes einher. Die für die Ökosystemforschung charakteristische Kombination von Messung und Modellbildung sowie von naturwissenschaftlichem und praktischem Expertenwissen und die Kooperation verschiedener Fachdisziplinen haben die Forschungslandschaft verändert.

- **Impulse aus der Ökosystemforschung für die Umweltpolitik**

Mit Blick auf Umweltpolitik und Umweltmanagement hat die Ökosystemforschung die Hinwendung zu einer stärker integrativen Betrachtung und Behandlung von Umweltproblemen gefördert. Die verstärkte Wahrnehmung der hohen Komplexität und Vernetztheit von Umweltproblemen hat bewirkt, dass Lösungen für diese Probleme nicht mehr nur im engen sektoralen und räumlichen Umfeld gesucht und diskutiert werden. Umweltentwicklung wird heute – aufgrund der Erkenntnisse der Ökosystemforschung - stärker als dynamischer Prozess verstanden, der sich mit „harten“ Zielen und Einzelmaßnahmen nur bedingt steuern lässt. Dennoch lässt sich die Prägung der Umweltpolitik durch die Ökosystemforschung nur anhand weniger konkreter Beispiele nachweisen. Der Einfluss ist eher implizit, theoretisch und indirekt und führt zu „kollektiven“ Effekten wie einer zunehmenden Verbreitung des Nachhaltigkeitsgedankens und einer wachsenden Erkenntnisbereitschaft über die möglichen Konsequenzen von Umweltnutzungen. Die Potenziale der Ökosystemforschung, konkret fassbare Veränderungen des Politik- und Verwaltungshandelns herbeizuführen, gelten als noch lange nicht ausgeschöpft.

- **Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung**

Ökosystemare Denkweisen haben mit der Diskussion um das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung und der zunehmenden Orientierung der Umweltplanung an diesem Leitbild einen höheren Stellenwert in der Planung erhalten. Zentrale inhaltliche Anforderungen, die mit der Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens verbunden sind, lassen sich nur mit ökosystemaren Ansätzen bewältigen. Zu diesen inhaltlichen Anforderungen gehören u.a. die Entwicklung von Zielkonzepten bzw. von Zielen der Umweltqualität oder die Ermittlung der Tragkapazitäten von Ökosystemen. Die Planung hat außerdem von den in der Ökosystemforschung entwickelten methodischen Instrumentarien und technischen Hilfsmitteln zur Beschreibung und Bewertung von Ökosystemen und zur Prognose ihrer Veränderungen profitiert. So ist die flächendeckende Einführung von Geographischen Informationssystemen in der Planung und

deren kompetente fachliche Nutzung wesentlich auf die erfolgreiche Fortentwicklung und Anwendung dieses Instrumentariums in der Ökosystemforschung zurückzuführen.

Trotz der positiven Beispiele einer erfolgreichen Transformation von Forschungsergebnissen in die Umweltplanung besteht an der Schnittstelle Forschung – Planung noch erheblicher Entwicklungsbedarf. So konnten beispielsweise die im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung und in der EU-Richtlinie zur Strategischen Umweltprüfung verankerten Anforderungen an ökosystemare Ansätze zur Lösung planerischer Aufgabenstellungen – auch aufgrund fehlender wissenschaftlicher Erkenntnisse - bisher nicht befriedigend eingelöst werden.

- **Beitrag der Ökosystemforschung zu Umweltbeobachtung/Umweltüberwachung und Indikatorenfindung**

Die wesentliche Erkenntnis aus der Ökosystemforschung, dass die Umwelt als komplexes System nur sinnvoll mit interdisziplinären Ansätzen erfasst, bewertet und beeinflusst werden kann, führte unmittelbar zur Forderung einer integrierenden sektorübergreifenden Umweltbeobachtung. Denn die bislang auf einzelne Umweltmedien bezogene sektorale Umweltüberwachung ist mit Blick auf die Forderung nach Wirkungsaussagen und Trendprognosen überfordert. Sinnvolle Wechselwirkungen zwischen Umweltbeobachtung und Ökosystemforschung bestehen insbesondere darin, dass einerseits die Ökosystemforschung inhaltlichen, methodischen und technischen Input für die Konzipierung von Beobachtungsprogrammen und Messnetzen sowie für die Auswertung von Beobachtungsergebnissen leistet. Andererseits kann die Umweltbeobachtung dazu eingesetzt werden, die ökologischen Modelle und Theorien der Ökosystemforschung langfristig zu testen und Forschungsbedarf für die Ökosystemforschung zu definieren.

Es gibt zahlreiche Beispiele dafür, wie Forschungsvorhaben in eine routinemäßige Umweltbeobachtung überführt werden konnten. Eines der prominentesten Beispiele ist hier sicher die Waldökosystemforschung u.a. im Rahmen des ICP, die in das Forstliche Umweltmonitoring (Level I und II) mündete. Dennoch bleiben auch in diesem Bereich umfangreiche Möglichkeiten der Wechselwirkung ungenutzt. Dies liegt neben finanziellen und finanzhaushaltlichen, organisatorischen sowie technischen und methodischen Gründen auch darin begründet, dass Umweltbeobachtung von vielen Forschern noch immer als uninteressantes Arbeitsfeld erachtet wird, so dass es an kreativem Input für die Umweltbeobachtung fehlt. Und den im Routinebetrieb der Umweltbeobachtung Tätigen fehlt es mitunter an Verständnis und Bereitschaft, die Ergebnisse der Ökosystemforschung für ihren Aufgabenbereich zu erschließen und klare Anforderungen an die Forschung zu formulieren.

- **Beiträge der Ökosystemforschung zur Indikatorendiskussion**

Insbesondere seit der Konferenz von Rio 1992 wird nach konsensfähigen Methoden und Ansätzen gesucht, um die Umweltsituation und ihre Veränderungen quantitativ und qualitativ beschreiben und die Erfüllung von Umwelt- und Entwicklungszielen überprüfen zu können. In der auf der Rio-Konferenz von der Staatengemeinschaft unterzeichneten Agenda 21 wird in Kapitel 40 die Entwicklung und Anwendung von Messgrößen oder Beurteilungskriterien gefordert, mit deren Hilfe national und international Entwicklungsprozesse daraufhin überprüft werden sollen, ob sie dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung gerecht werden. Spätestens

seit Beginn der Bearbeitung von Katalogen solcher Messgrößen und Beurteilungskriterien durch die OECD im Jahr 1993 wird in diesem Zusammenhang von Indikatoren gesprochen.

Die Bestimmung aussagekräftiger Indikatoren für die Politikberatung und Öffentlichkeitsarbeit ist - insbesondere mit Blick auf die multiplen und z.T. widersprüchlichen Anforderungen an Indikatoren - Ergebnis eines stark selektiven Auswahlprozesses, in dem auch normative Kriterien eine wesentliche Rolle spielen. Die Beiträge der Ökosystemforschung zur Entwicklung von Indikatorensystemen lassen sich daher nicht immer eindeutig fassen. Dies gilt mit Ausnahmen von Indikatoren, die auf einer hohen Verdichtung von Daten bzw. Indikatoren beruhen. Hierzu gehören Schlüsselindikatoren oder Leitindikatoren (sogenannten key indicators oder headline indicators) und aggregierte Indikatoren, denn bei ihrer Auswahl bzw. Berechnung spielen fachliche Aspekte eine herausragendere Rolle (Wissen über die besondere Aussagekraft bestimmter Größen im Ökosystem sowie Richtigkeit und Nachvollziehbarkeit von Aggregationsverfahren).

- **Impulse der Ökosystemforschung für Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit**

Die Ökosystemforschung darf nicht darauf vertrauen, dass die Bedeutung von systemarer Umweltforschung auf der Ebene der ökologischen Systeme und Ökosystemkomplexe von der Öffentlichkeit und politischen Entscheidungsträgern ohne eine systematische Öffentlichkeitsarbeit erkannt wird. So liegt es im Eigeninteresse der Ökosystemforschung, ihre gesellschaftliche und politische Akzeptanz und Relevanz für alle Zielgruppen über eine möglichst transparente Präsentation und einen kontinuierlichen Informationsfluss ihrer Ergebnisse zu stärken. Außerdem ist Ökosystemforschung geeignetes Lern- und Trainingsfeld für die Förderung systemaren Denkens, d.h. des Denkens in Zusammenhängen, Wechselwirkungen und Rückkoppelungen, denn Ökosystemforschung und deren Verständnis fordern grundsätzlich die Kombination ganz unterschiedlicher Fähigkeiten und Kenntnisse.

Wenn es in der Vergangenheit nicht in allen Fällen gelungen ist, die Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit zu realisieren, so liegt das neben anderen Faktoren daran, dass es häufig an personellen und finanziellen Ressourcen für eine qualifizierte, die Forschung begleitende Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit gemangelt hat, da diese bei der Projektantragstellung bzw. in den Forschungsprogrammen nicht explizit vorgesehen war. Vielmals beschränkte sich die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit auf einzelne, zeitlich begrenzte Aktionen, und es wurde keine längerfristig angelegte Bildungs- und Informationsstrategien entwickelt und verfolgt.

- **Impulse für ein „Ökosystem-Management“**

Die Ökosystemforschung hat wichtige Beiträge zur Entwicklung und Präzisierung von Konzepten und Leitlinien des „Ökosystem-Management“ geliefert. So ist der „Ökosystemare Ansatz“ der Biodiversitätskonvention in wesentlichen Zügen von den Ergebnissen der Ökosystemforschung geprägt worden. Die gilt ebenso für das Konzept der „Ecosystem Health“ und die Leitlinie „Ökologische Integrität“.

Empfehlungen

Für eine zukunftsweisende Fortführung der Ökosystemforschung wird es – auch zur Erschließung der hierfür erforderlichen Finanzmittel - erforderlich sein, attraktive strukturelle und inhaltliche Perspektiven für die Ökosystemforschung zu entwickeln. Sowohl innerhalb

der Fragebogenerhebung als auch im Rahmen des Workshops wurden strukturelle und inhaltliche Perspektiven für die Ökosystemforschung diskutiert.

Im Grundsatz wünschen sich sowohl Forscher als auch Anwender für die Forschungszukunft einen engeren wechselseitigen Austausch. Die Landnutzer sollen mit ihrem empirischen Wissen sehr viel stärker als bisher in die Forschungsarbeit eingebunden werden. Dies bedeutet zwar eine stärkere Orientierung der Ökosystemforschung an anwendungsbezogenen Themen, aber keineswegs eine prinzipielle Absage an die Grundlagenforschung. Denn nur wenn es weiterhin möglich sein wird, ohne den Druck eines unmittelbaren Anwendungsbezugs auch grundlegende Themen zu bearbeiten, können bislang ungelöste theoretische Fragestellungen bearbeitet werden, die ggf. wichtige Perspektiven für Anwendungen in fernerer Zukunft eröffnen.

Die methodische Empfehlungen richten sich u.a. auf die Verbesserung von Methoden und Techniken zur Verbesserung der Übertragbarkeit von Forschungsergebnissen auf nicht beforschte Räume und zur Stärkung der prognostischen Aussagekraft der Ökosystemforschung.

Zu den von den Experten priorisierten thematischen Schwerpunkte gehören u.a. die Untersuchung der Bedeutung der (genetischen) Biodiversität für das langfristige Funktionieren von Ökosystemen sowie die Erweiterung der Kenntnisse zur Entstehung und Vorhersage von Extremereignissen und zu globalen Veränderungen von Ökosystemen und deren Konsequenzen. Mit Blick auf die Forderung nach einer stärkeren Verknüpfung der ökologischen Forschung mit den Sozialwissenschaften sollte sich die Ökosystemforschung darüber hinaus in Zukunft u.a. auch Fragen widmen, welche gesellschaftliche Wertschätzung materiellen Ökosystemgütern (wie Trinkwasser aus sauberem Grundwasser) und Ökosystemdienstleistungen (wie dem Hochwasserschutz) beigemessen wird oder welche ökosystemare Relevanz Politiken und Programmen zukommt.

Die Ökosystemforschung hat sich bisher mit starkem Schwerpunkt den Ökosystemen der gemäßigten Zone gewidmet. Zu diesen Ökosystemtypen liegt daher inzwischen eine Vielzahl von Studien vor. Demgegenüber gibt es noch immer große Wissens- und Forschungsdefizite zu Ökosystemen in Entwicklungs- und Schwellenländern, insbesondere in den Tropen und Subtropen. In diesen Regionen herrscht ein - im Vergleich zur gemäßigten Zone - eklatantes Missverhältnis zwischen der Kenntnis über die Ökosysteme und den gravierenden Problemen, die mit Änderungen der Landnutzung einhergehen. Neben einer Ausweitung der Ökosystemforschung in diesen Klimazonen wird von den Experten für die künftige Ökosystemforschung empfohlen, eher eine räumliche Erweiterung als eine inhaltliche Vertiefung anzustreben.

Vorschläge zur Verbesserung der Struktur und Organisation der Ökosystemforschung richten sich insbesondere auf die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für eine konsequente Stärkung der Interdisziplinarität und für einen effektiveren Wissenstransfer aus der Ökosystemforschung in die praktische Anwendung.

Die Zukunft der Ökosystemforschung ist eng an die Bereitstellung entsprechender Finanzmittel gebunden. Hier wird es entscheidend sein, ob es der Ökosystemforschung gelingt, ihre Finanzierung zu diversifizieren. Ein Schlüssel für die Erschließung neuer Finanzierungsquellen könnte eine noch stärkere Anwendungsorientierung der Forschung sein sowie ein inten-

siveres Bemühen, anwendungsreife Ergebnisse zu erzeugen, die auf konkrete Nachfrage seitens der Planung, Umweltbeobachtung, Politik etc. reagieren. Ferner wird empfohlen, die grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung stärker miteinander zu verflechten, um positive Wechselwirkungen besser nutzen zu können. Dies würde u.a. eine intensivere Kooperation der Förderinstitutionen wie z.B. der DFG und des UBA oder BfN voraussetzen.

Die Erschließung neuer Finanzierungsquellen für die Ökosystemforschung ließe sich nach Expertenmeinung auch dadurch unterstützen, dass sich die Ökosystemforschung einer konsequenten und transparenten Evaluierung unterwirft. Hierzu gibt es bereits fachliche Vorschläge.

1 EINFÜHRUNG

1.1 Ausgangssituation und Auftrag des Vorhabens

Um effiziente Maßnahmen zur Umweltvorsorge konzipieren und durchführen zu können, ist es erforderlich, die Umwelt systemar zu analysieren. Vor diesem Hintergrund wurde 1978 im Auftrag des Bundesministers des Innern und unter Beteiligung des Forschungs- und Landwirtschaftsministeriums ein Konzept für ein Ökosystemforschungsprogramm des Bundes erarbeitet. Aufbauend auf diesem Konzept wurden durch die beiden Bundesressorts BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) und BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) Ökosystemforschungsprojekte u.a. in Berchtesgaden, München, Bayreuth, Göttingen und Kiel durchgeführt. Als letztes Verbundprojekt des BMU wurde die Ökosystemforschung Wattenmeer mit den Standorten Oldenburg/Wilhelmshaven und Tönning/List gefördert. Das Vorhaben wurde 1999 abgeschlossen.

Die Ökosystemforschung hatte den Auftrag,

- zentrale Begriffe und Forderungen der Umweltgesetzgebung zu operationalisieren und geeignete wissenschaftlich fundierte Methoden zur Umsetzung der rechtlichen Vorgaben zu entwickeln,
- das Wissen über Wechselwirkungen in Umweltmanagementverfahren einzuführen und
- Strategien für ein nachhaltiges Landschaftsmanagement zu erarbeiten und zu optimieren.

Ziel des F+E-Vorhabens „Synopsis von Ansätzen zur systemaren Umweltforschung – deutsche Beiträge zum Ökosystemmanagement“ war es, Beiträge der deutschen Ökosystemforschung zur internationalen Diskussion um ein systemares Umweltmanagement herauszuarbeiten. Es sollten insbesondere Hinweise und Empfehlungen für die Nutzung der Ökosystemforschungsergebnisse in Politik, Planung und Beratung sowie für die inhaltliche, organisatorische und methodische Ausrichtung potenzieller künftiger Forschungsvorhaben erarbeitet werden. Bereits in den Anfängen der Projektbearbeitung wurde deutlich, dass das Vorhabensziel keineswegs in einer wissenschaftlichen Evaluation der (deutschen) Ökosystemforschungsergebnisse vor dem Hintergrund einer detaillierten Analyse des internationalen Kenntnisstandes liegen kann. Daher wurde der ursprünglich formulierte Projekttitle „Synopsis von weltweiten Ansätzen zur systemaren Umweltforschung – deutscher Beitrag zur internationalen Ökosystemforschungsdiskussion“ entsprechend angepasst.

Die Arbeiten im Rahmen des F+E-Vorhabens wurden in die folgenden Module gegliedert:

- Modul 1 - Analyse zu nationalen und internationalen Ökosystemforschungsvorhaben: Dieses Modul beinhaltet eine strukturierte Sammlung von Informationen zu Ökosystemforschungsvorhaben weltweit. Die Daten wurden in einer Datenbank gegliedert nach Ökosystemtypen/Biomen abgelegt.
- Modul 2 - Auswertung nationaler und internationaler Ökosystemforschungsvorhaben – Methoden und Ergebnisse: Das Ziel dieser Auswertung bestand darin, zu einer kritischen Gegenüberstellung von Erwartungen an die internationale Ökosystemforschung und den von ihr gelieferten Ergebnissen zu kommen. Zu prüfen war, inwieweit sich die ökosyste-

mare Denkweisen im Alltag des Umweltmanagements durchgesetzt und bewährt haben. Grundlage der Auswertungen waren eine Fragebogenerhebung und Literaturrecherchen.

- Modul 3 - Durchführung eines internationalen Workshops: Ein Workshop diente der Reflexion der vorgenommenen Auswertungen der abgeschlossenen Ökosystemforschungsvorhaben insbesondere hinsichtlich ihrer Beiträge für das nationale und internationale Umweltmanagement sowie der Diskussion künftiger inhaltlicher Schwerpunkte der Ökosystemforschung und ihrer Anwendungen.
- Modul 4 - Verarbeitung der Workshop-Ergebnisse, Handlungsempfehlungen: Basierend auf den Ergebnissen der Synopse (Modul 1) und des Workshops (Modul 3) wurden im Rahmen diesen Moduls Handlungsempfehlungen formuliert. Dabei geht es im Wesentlichen um inhaltliche und methodische, ggf. auch räumliche Empfehlungen für weitere Schwerpunktsetzungen in der nationalen Ökosystemforschung. Ferner sollten das Potenzial von Ökosystemansätzen für die Umweltpolitik und Umweltplanung benannt und Ansatzpunkte für die praktische Anwendung und Umsetzung der Methoden und Ergebnisse der Ökosystemforschung abgeleitet werden.

1.2 Ökosystemforschung als Untersuchungsgegenstand

Ein Meilenstein in der Entwicklungsgeschichte der Ökologie als Wissenschaft vom Naturhaushalt war ohne Zweifel die Einführung des Ökosystembegriffs durch A. TANSLEY im Jahre 1935¹. Dieses Konzept fand in den Folgejahren eine stetig wachsende Schar von Anhängern, die sich vor allem aus denjenigen Umweltwissenschaftlern rekrutierte, die sich mit den komplexen Wechselwirkungen von Organismen und ihrer Umwelt – oftmals auf der Basis systemanalytischer Herangehensweisen – auseinandersetzten (McINTOSH 1985, TREPL 1987, LIKENS 1992, GOLLEY 1993). Im Kern der Ökosystemforschung steht das Wirkungsgefüge zwischen den in einem Lebensraum vorhandenen Organismen und ihrer abiotischen Umgebung². Der hiervon ausgehende ökosystemare Aspekt stellt folglich eine abstrahierende Sichtweise auf unsere komplexe Umwelt dar, bei dem mit Hilfe theoretischer und systemanalytischer Methoden versucht wird, die strukturellen und funktionellen, die prozessualen und die organisatorischen Eigenschaften von räumlichen Umwelt-Einheiten ganzheitlich zu verstehen. Integration ist damit eine Grundanforderung an ökosystemare Forschungskonzepte: Nicht das einzelne Element eines Naturausschnitts steht im Mittelpunkt des Interesses, sondern das Netzwerk seiner Beziehungen zu den anderen Komponenten des Lebensraums, deren gegenseitige Beeinflussungen und die externen Steuermechanismen dieser Verknüpfungen.

Mit der Entwicklung der Ökosystemforschung ging die Erkenntnis einher, dass viele Umweltprobleme nicht verstanden oder gar behoben werden können, wenn sie unter zu stark reduzier-

¹ Der Inhalt dieser Definition ist Folgender: „Die fundamentalere Konzeption, so scheint es mir, umfasst das gesamte System (im physikalischen Sinne), nicht nur den Komplex der Organismen, sondern auch den gesamten Komplex der physikalischen Faktoren, die die Umwelt in den Biomen bilden – die Habitatfaktoren im weitesten Sinne. Es sind die so beschaffenen Systeme, die vom Standpunkt des Ökologen aus gesehen, die grundlegenden Einheiten der Natur auf der Erdoberfläche darstellen. Diese Ökosysteme, wie wir sie nennen können, sind von verschiedenster Art und Größe. Sie bilden eine Kategorie der vielfältigen physischen Systeme des Universums, die vom Universum als Ganzes hinabreichen bis zum Atom“ (Übersetzung aus BRECKLING & MÜLLER 1997).

² Eine Diskussion der vielen verschiedenen aktuellen Definitionen des Begriffs „Ökosystem“ findet sich bei BRECKLING & MÜLLER (1997).

tionistischen Gesichtspunkten - als isolierte Phänomene - analysiert werden. Vielmehr müssen zur Lösung vieler aktueller Umweltprobleme, wie etwa bei der Analyse der neuartigen Waldschäden, bei der Eutrophierung von terrestrischen und aquatischen Ökosystemen oder beim Verständnis ökotoxikologischer Wirkungen medien- und sektoren-übergreifende Konzepte zum Einsatz gelangen, um die vielfältigen indirekten, chronischen und delokalisierten Effekte ökologischer Wirkungsnetze zu berücksichtigen. Viele Untersuchungen haben gezeigt, dass diese indirekten, vernetzten Wirkungen aufgrund ihrer nicht-linearen Verknüpfungen wesentlich stärkeren Einfluss auf die Entwicklung von Ökosystemen nehmen können als einfache direkte, lineare Beziehungen (JØRGENSEN 1992, PATTEN 1994, FRÄNZLE 1998a, ULRICH 2001). Die aus diesen Anforderungen erwachsende hohe analytische Komplexität führte dazu, dass neben den integrativen empirischen Arbeitsplänen der Ökosystemforschungsvorhaben und -institutionen Modellierungstechniken immer stärker benutzt wurden, um die Strukturen der Systeme zu verstehen, Hypothesen zu generieren und zu prüfen, die Veränderungen einzelner Elemente kausal miteinander zu verbinden und Risiken im Sinne einer Be- und Entlastbarkeitsabschätzung zu evaluieren (JØRGENSEN 1986, BOSSEL 1992, BRECKLING & ASSHOFF 1996).

Ökosystemforschung wird in dem vorgenannten Rahmen zusammenfassend als die „medienübergreifende Erforschung von Stoff- und Energiekreisläufen, von Struktur und Dynamik, Regelungsmechanismen und Stabilitätskriterien von Ökosystemen“ aufgefasst, „um Steuerungs- und Rückkoppelungsvorgänge verstehen zu lernen“. Dies schließt „die Aufklärung kausaler Wirkungsketten am Beispiel konkreter umweltpolitischer Problemstellungen“ ein (BMBF 1991). Die Ökosystemforschung „analysiert die Wechselwirkungen der biologischen Komponenten von Ökosystemen untereinander, mit ihrer unbelebten Umwelt und mit dem Menschen. Sie liefert grundlegende Erkenntnisse über die Struktur, Dynamik, Stoff- und Energieflüsse, Stabilität und Belastbarkeit. Sie ist Voraussetzung für das Verständnis des jeweiligen Zustands eines Ökosystems und [...] unabdingbar für eine ökosystemar orientierte Umweltpolitik“ (KAISER et al. 2002).

Auf internationaler Ebene ist die Ökosystemforschung in ihrer Entwicklung wesentlich durch die internationalen ökologischen Forschungsrahmenprogramme IBP (Internationales Biologisches Programm) und MAB (Man and the Biosphere) geprägt worden.

Das IBP wurde 1961 von der „Commission on Ecology“ der „International Union for Biological Science“ mit dem Ziel initiiert, die Erforschung von Ökosystemen in möglichst vielen Ländern der Erde zu stimulieren und zu vertiefen (LE CREN & LOWE-McCONNEL 1980, GOLLEY 1993). Vordergründig ging es dem IBP darum, unter dem Rahmenthema: „Biologische Grundlagen der Produktivität und der menschlichen Wohlfahrt“ (The Biological Basis of Productivity and Human Welfare) die Grundlagen für eine Steigerung der Produktivität bei möglichst weitgehender Schonung der natürlichen Ressourcen zu schaffen. Das IBP wurde im Jahr 1974 abgeschlossen. Zur Umsetzung des Programms wurden in den meisten Ländern Nationalkomitees gebildet, die nicht von den Regierungen, sondern von den Körperschaften zur Forschungsförderung organisiert und getragen wurden. Deutschland hat sich am IBP mit dem Solling-Projekt (ELLENBERG et al. 1986) beteiligt, auf dessen Grundlage wichtige Erkenntnisse über die neuartigen Waldschäden und ihre Wirkungsmuster erarbeitet wurden.

Die sieben Themenschwerpunkte des IBP waren:

1. Produktivität von Land-Lebensgemeinschaften, insbesondere von Wäldern, Graslandtypen und Äckern,
2. Produktions-Teilprozesse (Photosynthese und Bindung von Luftstickstoff),
3. Schutz und Erhaltung von Land-Lebensgemeinschaften, insbesondere der durch Intensivierung der Wirtschaft bedrohten,
4. Produktivität von Süßwasser-Lebensgemeinschaften, insbesondere von Seen, Teichen und Staubecken,
5. Produktivität von marinen Lebensgemeinschaften mit Schwergewicht auf küstennahen Meeresteilen,
6. Nutzung und Bewirtschaftung der biologischen Hilfsquellen unter bewusster Rücksicht auf deren Nachhaltigkeit,
7. Anpassung des Menschen an besondere Lebens- und Ernährungsbedingungen, z.B. im Hochgebirge.

Bis in die frühen 60er Jahre des letzten Jahrhunderts war die Ökologie außerhalb der Biologie ein nahezu unbekannter Forschungszweig. Die Durchführung des IBP führte zu einem sprunghaften Anstieg der Kenntnisse über den Aufbau von Ökosystemen und die darin ablaufenden Prozesse.

Das MAB-Programm startete 1971 auf Initiative der UNESCO (DEUTSCHES NATIONALKOMITEE 1989). Einen wesentlichen Anstoß erhielt das Programm mit den Erfahrungen des IBP, dessen Resultate aufgrund des unterschätzten Synthesebedarfs nicht in allen Fällen den Erwartungen nachkommen konnten (GOLLEY 1993). Die interdisziplinär orientierten Forschungsansätze des MAB-Programms zielen auf die Vertiefung der weltweiten Kenntnisse über Ökosysteme und der Analyse der gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen dem Menschen und seiner natürlichen, von ihm jedoch immer stärker veränderten Umwelt (DI CASTRI et al. 1981, FRANZ 1984, HABER 2002). Im Bewusstsein, dass der Mensch – zumindest in Kulturlandschaften - nicht nur als störender Einflussfaktor auf die natürlichen und schützenswerten Ökosysteme betrachtet werden kann, sondern berechnete Nutzerinteressen an Raum und Umweltfunktionen geltend macht, sollte sein Handeln in und mit der Umwelt zu einem integrativen Bestandteil ökologischer Forschungsansätze werden. In der MAB-Forschung sollen daher die Disziplinen der Human- und Wirtschaftswissenschaften ebenso vertreten sein wie die klassischen naturwissenschaftlichen und ökologischen Disziplinen.

Zur Bewältigung der umfassenden MAB-Thematik wurde das Programm in 16 Projektbereiche gegliedert. Diese widmen sich zum einen den wesentlichen Biomen der Biosphäre (wie tropische und temperierte Wälder, Graslandgebiete, Ozeane, Binnengewässer, von Landwirtschaft geprägte Gebiete, Gebirge und Großstädte). Zum anderen werden Sonderthemen wie die Umweltwahrnehmung behandelt (HABER 2002: 7).

Das MAB-Programm wandte sich in den meisten Ländern an die Regierungen, wurde also nicht - wie im Falle des IBP - von unabhängigen Körperschaften zur Forschungsförderung getragen.

Die Themenschwerpunkte des MAB-Programms sind:

- Ableitung der Bestimmungsgrößen zur Festlegung der ökologischen Tragfähigkeit (carrying capacity) eines bestimmten Lebensraums,

- Abschätzung der ökologischen und sozio-ökonomischen Konsequenzen von Intensivierungen, Extensivierungen oder Auflassung der Landnutzung sowie technischer Eingriffe in den Naturhaushalt,
- Untersuchungen der gesellschaftlichen Prozesse, die Einstellungen und Verhalten des Menschen zu seinem Lebensraum und den natürlichen Ressourcen bestimmen.

Ferner geht es um:

- die Weiterentwicklung von Methoden und Instrumentarien der Ökosystemforschung und
- Fragen der Öffentlichkeitsarbeit und des Managements der Umwelt.

Zur Koordinierung des deutschen Beitrags zum MAB-Programm wurde 1972 das MAB-Nationalkomitee gegründet. Unter dem Dach des Programms wurden bislang die folgenden Projekte durchgeführt:

- das MAB-6-Projekt „Der Einfluss des Menschen auf Hochgebirgsökosystem im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden“ (1984 bis 1991), gleichzeitig das erste interdisziplinäre Verbundvorhaben des BMU (KERNER et al. 1991),
- die Waldökosystemforschung, die ausgehend vom BMBF-Forschungszentrum Waldökosysteme an der Universität Göttingen und unter Beteiligung außeruniversitärer Institutionen im Rahmen mehrerer Projekte realisiert wurde (WIEDEY 1998) sowie
- das MAB-Pilotprojekt „Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette in Schleswig-Holstein“, ein Verbundvorhaben des BMBF (BLUME et al. 1994, FRÄNZLE 1998b).

In Deutschland wurden die zentralen Zielsetzungen des Forschungszweigs Ökosystemforschung auf der Grundlage von Forderungen des Rats von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 1978) von ELLENBERG et al. (1978) im Rahmen eines Konzepts für ein „ökologisches Informations- und Bewertungssystem“ erarbeitet und fortentwickelt, das aus den drei Säulen Ökosystemforschung, Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank besteht. Die Ziele der Ökosystemforschung wurden in dieser Denkschrift wie folgt strukturiert:

- Erfassung der ökosystemaren Wirkungszusammenhänge in repräsentativen Hauptforschungsräumen,
- Aussagen über den natürlichen Gleichgewichtszustand von Ökosystemen und deren Belastbarkeit durch innere und äußere Störungen,
- Quantitative Beurteilung des Energie- und Stoffumsatzes in Ökosystemen,
- Aufklärung der Zusammenhänge zwischen Diversität, Stabilität und Produktivität von Ökosystemen,
- Erforschung der Wechselwirkungen zwischen Ökosystemen,
- Entwicklung praxisrelevanter Prognosemodelle,
- Integration von vergleichender Ökosystemforschung, ökologischer Umweltbeobachtung, Umweltmonitoring und Umweltprobenbank.

Weitere prinzipielle Ziele der Ökosystemforschung ergeben sich etwa aus einer zunehmenden Einbeziehung des Menschen und seiner ökonomischen Aktivitäten³, aus der Vorhersage des Verhaltens von Ökosystemen bei Umweltänderungen, der Erarbeitung von Kriterien und Indikatoren für einen integrierten Ökosystemschatz sowie der Mitwirkung bei der Erarbeitung von Konzepten zur nachhaltigen Ökosystemnutzung⁴. Hinzu kommen vielfältige Anwendungen ökosystemarer Erkenntnisse und Methoden, die z.T. auf den folgenden Berichtsseiten ausführlich beschrieben werden.

Die deutsche Ökosystemforschung ist im Wesentlichen von den beiden Ministerien BMU und BMBF (vormals BMFT = Bundesministerium für Forschung und Technologie) finanziert und organisatorisch geprägt worden. Darüber hinaus hat sich die Deutsche Forschungsgemeinschaft mit der Einrichtung von Sonderforschungsbereichen an der Realisierung der ökosystemaren Forschung beteiligt. Zur Förderung der Ökosystemforschung in agrarisch geprägten Systemen wird seit 1992 außerdem das Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V. gemeinschaftlich vom BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) und MLUR (Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg) betrieben. Das ZALF besteht aus sieben vorrangig disziplinär ausgerichteten Instituten, die im Forschungsverbund „Nachhaltige Landschaftsentwicklung - Nordmitteleuropa 2020“ integrative Aufgaben der Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung bearbeiten.

Das BMBF richtete zur Umsetzung des o.g. Ökosystemforschungsprogramms des Bundes (ELLENBERG et al. 1978) Ökosystemforschungszentren an Universitäten und Großforschungseinrichtungen ein. Hierzu gehören das 1984 gegründete Forschungszentrum Waldökosysteme an der Universität Göttingen (FWZ), das 1988 eingerichtete Projektzentrum Ökosystemforschung der Universität Kiel, der 1990 in Kooperation der Technischen Universität München und dem GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit/Neuherberg ins Leben gerufene Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) und das 1990 gegründete Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK). Das Umweltforschungszentrum (UFZ) Leipzig-Halle wurde 1992 in Gemeinschaftsfinanzierung des BMBF (90 %), des Freistaates Sachsen und des Landes Sachsen-Anhalt (je 5 %) eingerichtet.

Das FWZ, das BITÖK und das FAM haben sich unter dem Dach des seit 1988 bestehenden und vom BMBF geförderten TERN (Terrestrial Ecosystem Research Network, MÜHLE & EICHLER 1997) zusammengeschlossen und kooperieren eng mit den Instituten des Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (Müncheberg), dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und dem Umweltforschungszentrum Leipzig. Die Ökosystemforschungszentren des TERN beteiligen sich am IGBP.

Das BMU setzte sich über die Finanzierung großer interdisziplinärer Verbundvorhaben für die Umsetzung des Ökosystemforschungsprogramms des Bundes ein. Die stark anwendungsorientierten Vorhaben erhielten eine Kofinanzierung durch die Länder, in denen die jeweiligen Forschungsgebiete lagen, und bauten auf bereits bestehenden Forschungsstrukturen auf (KAISER et al. 2002). Der bereits erwähnte deutsche Beitrag zum MAB 6-Programm

³ <http://www.uft.uni-bremen.de/oekologie/indexgfoe3.htm>

⁴ <http://www.bitoe.uni-bayreuth.de>

„Der Einfluss des Menschen auf Hochgebirgsökosystem im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden“ war eines dieser großen Verbundvorhaben. An der 1986 initiierten Wattenmeer-ökosystemforschung mit den Teilvorhaben im schleswig-holsteinischen und niedersächsischen Wattenmeer war auch das BMBF beteiligt. Das vom BMBF finanzierte BIOLOG Programm enthält im Bereich der Biodiversitätsforschung mehrere Projekte, die Ökosystemforschung im Sinne der Definition dieser Studie betreiben (z.B. Biodiversität und Ökosystemfunktionen in Grünlandbeständen am BITÖK).

Für die Objektbestimmung im Rahmen der vorgelegten Studie wurden auf der Grundlage der genannten Charakteristika einige Grundanforderungen an ökosystemare Forschungsprojekte formuliert, die den Rahmen der in diesem Vorhaben durchgeführten Synopse abstecken. Nur durch eine solche Abgrenzung ließen sich aus der übergroßen Vielzahl von Projekten mit ökosystemarer Grundausrichtung jene extrahieren, die von unmittelbarer Bedeutung für diese Studie sind. Diese Charakteristika sind die:

- integrierte Untersuchung biotischer und abiotischer Ökosystemkomponenten,
- Kopplung von Untersuchungen in mehreren Umweltmedien,
- Einbeziehung von Wasser-, Stoff- und Energieflüssen,
- Kooperation von Arbeitsgruppen innerhalb eines interdisziplinären Arbeitsprogramms,
- Nutzung empirischer Methoden,
- Zusammenführung der Teilergebnisse in einer abschließenden Projektsynthese.

Im deutschen Kontext erfüllen viele Vorhaben und Institutionen diese Anforderungen. Dies sind vor allem solche Konzepte, wie sie etwa im Rahmen des o.g. IBP, des ebenfalls o.g. MAB-Programms, des „Internationalen Geosphären-Biosphärenprogramms“ oder des Forschungsverbundes TERN durchgeführt wurden (KAISER et al. 2002). Beispielhaft seien neben vielen weiteren Aktivitäten sowie den bereits im Zusammenhang mit dem IBP und dem MAB-Programm erwähnten Projekten die folgenden Vorhaben und Institutionen genannt:

- „Bodenseeprojekt“ (z.B. ELSTER 1997),
- Forschungsverbund Agrarökosysteme München (z.B. HANTSCHER et al. 1998),
- Landschaftsökologische Modelluntersuchung Ingolstadt (z.B. BACHHUBER et al. 1984),
- Landschaftsökologisches Forschungsprojekt „Naturpark Schönbuch“ (z.B. EINSELE 1986),
- Bayerisches Institut für Terrestrische Ökosystemforschung (z.B. GOLLAN & HEINDL 1998),
- „Ökomodell Saarbrücken“ (z.B. MÜLLER 1984),
- Umweltforschungszentrum Leipzig (z.B. FRITZ 1999),
- Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung Müncheberg (z.B. WIGGERING 2001),
- Ballungsraumnahe Waldökosysteme Berlin (z.B. CORNELIUS et al. 1997),
- Ökosystemforschung Wattenmeer (z.B. KAISER 1998) in Schleswig-Holstein (z.B. KELLERMANN et al. 1998) und Niedersachsen (z.B. DITTMANN et al. 1998).

2 ELEMENTE DES FORSCHUNGSVORHABENS

2.1 Internet- und Literaturrecherche zur Synopse

Im Rahmen von Modul 1 des Vorhabens wurde eine Recherche zu laufenden und abgeschlossenen Ökosystemforschungsvorhaben weltweit durchgeführt. Die Rechercheergebnisse wurden systematisch in einer Projektdatenbank dokumentiert.

Angesichts des breiten Spektrums umweltbezogener Forschungen mussten zur nachvollziehbaren Eingrenzung des Rechercheumfangs in einem ersten Schritt Kriterien für die Auswahl der zu recherchierenden Vorhaben definiert werden:

- Die Vorhaben mussten im Rahmen der verfügbaren Ressourcen recherchierbar sein.
- Mit Priorität wurden Ökosystemforschungsvorhaben in der gemäßigten Klimazone bearbeitet, da insbesondere diese Aufschluss über den Beitrag der deutschen Aktivitäten zur weltweiten Ökosystemforschung geben können.
- Recherchiert wurden lediglich Vorhaben, die sich der folgenden Arbeitsdefinition von „Ökosystemforschung“ zuordnen lassen:

Unter Ökosystemforschung werden Forschungsaktivitäten zusammengefasst, die:

- sich den biotischen und abiotischen Komponenten des Ökosystems widmen,
- die medienübergreifend sind, d.h. Untersuchungen in mindestens zwei unterschiedlichen Umweltmedien vorsehen,
- Stoff- und Wasserflüsse sowie Energiekreisläufe thematisieren,
- in interdisziplinär zusammengesetzten Arbeitsgruppen unter Anwendung interdisziplinärer Arbeitsmethoden und im Rahmen eines interdisziplinären Arbeitsprogramms stattfinden,
- die sich empirischer Methoden bedienen,
- in eine synthetische Auswertung der Teilergebnisse münden (was bedeutet, dass die Projektbeteiligten selbst eine Selektion und Bewertung der Projektergebnisse vornehmen und deren Verwertbarkeit reflektieren).

Die Forschungsvorhaben wurden nach den in Tab. 1 zusammengestellten Merkmalen beschrieben.

Tab. 1: Datenfelder zur Beschreibung der Ökosystemforschungsvorhaben in der Projektdatenbank

Datenfelder	Beispiel: FAM (Forschungsverbund Agrarökosysteme München)
Staat:	Deutschland
Institution:	Technische Universität München-Weihenstephan, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Fachgebiet Naturschutz der Universität Marburg
Finanzierung:	BMBF, Eigenmittel der Institute, Bayern (Ministerium für Unterricht und Kultus, Wissenschaft und Kunst) hat die Pacht- und Bewirtschaftungskosten für das Versuchsgut Scheyern für 15 Jahre übernommen.
Beginn:	1990, Dauer: 0 Jahre
Anlass:	Probleme einer intensiv genutzten Agrarlandschaft
Methoden:	Steuerung durch Vorgaben/Eingriffe der Landnutzungssysteme an den Standorten (Integrierte und ökologische Acker-, Gründlandwirtschaft und Sukzessionen), Messung und

Datenfelder	Beispiel: FAM (Forschungsverbund Agrarökosysteme München)
	Modellierung von Prozessen, um die Auswirkungen durch die steuernden Eingriffe der Landnutzungssysteme auf N-, C-, Wasser-, Feststoff-, Wirtschafts- und Organismenbilanzen zu erfassen; Freilandmessungen, ergänzende Versuche auf Parzellen, Überprüfung von Feldanalysen im Labor, Studium wichtiger Vorgänge im Boden und in der Pflanze an Modellökosystemen (Bodensäulen), Untersuchung der chemischen und physikalischen Zusammensetzung des Bodens, Erfassung der Pflanzen- und Tierarten und Beobachtung ihrer Entwicklung (v.a. Ausbreitungsverhalten, Nahrungsnetze); Bewertung (ökonomisch und ökologisch) der auf der Prozessebene verursachten Auswirkungen; Erarbeiten von Planungsgrundlagen, -instrumenten (Indikatoren) und Dokumentation
Gebiet:	Klostergut Scheyern, 40 km nördlich von München, Rechtswert: 11,5°O, Hochwert: 48,5°N<
Systemtyp:	Agrar
Schwerpunkte:	Untersuchung der ökologischen Folgen von zwei unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in einem Landschaftsausschnitt. Dabei sollen Wege der Landbewirtschaftung aufgezeigt werden, die wirtschaftliche Landnutzung mit der Erhaltung und Wiederherstellung der natürlichen Lebensgrundlagen unserer Agrarlandschaft vereinen.
LeiterIn:	Prof. Dr. J. C. Munch
Institution:	Technische Universität München-Weihenstephan, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Fachgebiet Naturschutz der Universität Marburg
Dokumentation:	Pressemitteilungen, gsf-Zeitschrift mensch+umwelt, FAM-Berichte, Jahresberichte
Kommunikation:	eingebunden ins MAB
Entwicklung:	
Kontaktperson:	PD Dr. Peter Schröder
Adresse:	FAM-Sekretariat GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Ingolstädter Landstraße 1 85764 Neuherberg
Internet:	http://fam.weihenstephan.de/ , E-mail: peter.schroeder@gsf.de
Literatur:	
Anmerkungen:	None
Kennung:	A3

Eine Recherche zu den wesentlichen Ergebnissen der Forschungsvorhaben wurde lediglich im Rahmen der Fragebogenerhebung durchgeführt. Damit war den Projektverantwortlichen die Möglichkeit zu einer realistischen Selbsteinschätzung der Forschungsergebnisse gegeben. Aus den rückgesandten und ausgefüllten Fragebögen konnten entsprechende Informationen zu den in „Materialien“ 9 (s. Anhang) genannten Vorhaben exzerpiert werden.

In der Projektdatenbank wurden die Vorhaben nach den folgenden Ökosystemtypen bzw. Biomen gruppiert:

- Waldökosysteme (inkl. Taiga / boreale Ökosysteme),
- Agrarökosysteme,
- Feuchtgebietsökosysteme,
- limnische Systeme,
- marine Ökosysteme und Küstenökosysteme,
- Gebirgsökosysteme (inkl. Bergwälder),
- Ökosysteme der Tropen (inkl. tropische Feuchtwälder),
- Ökosysteme der Trocken- und Kaltgebiete (Savanne, Steppe, Prärie, Tundra) und
- polare Ökosysteme.

Die Recherche wurde im Wesentlichen als Internetrecherche durchgeführt. Ergänzt wurden die Arbeiten durch Literaturrecherchen. Zusätzlich wurden in die Datenbank diejenigen Vor-

haben eingearbeitet, zu denen mit der Fragebogenerhebung (s. Kap. 3) Informationen zuge-
liefert wurden.

Durch die erforderlichen Einschränkungen des Rechercheaufwandes können die Eintragun-
gen der Datenbank keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es wurde jedoch ange-
strebt, alle wesentlichen aktuellen Vorhaben zu erfassen (Abschluss der Arbeiten März
2001). In „Materialien“ 1 dieses Berichtes sind beispielhafte Projekte aus der Datenbank do-
kumentiert.

Eine Recherche in der Datenbank, die neben den Forschungsvorhaben auch ein ausführli-
ches Literaturverzeichnis beinhaltet, ist über eine öffentlich zugängliche Internet-Schnittstelle
möglich (<http://www.ecology.uni-kiel.de:8080/synopse/Projekte>). Die Datenbank ist so ange-
legt, dass sie bei Bedarf interaktiv über das WWW aktualisiert werden kann.

2.2 Fragebogenerhebung

Neben der Recherche nationaler und internationaler Ökosystemforschungsvorhaben (s. Mo-
dul 1, Kap. 2.1) bestand ein wesentliches Ziel des Vorhabens darin, zu einer kritischen Ge-
genüberstellung der Erwartungen an die und Ergebnissen aus der Ökosystemforschung zu
kommen. Weiterhin war zu prüfen, inwieweit sich ökosystemare Denkweisen auch im Alltag
des Umweltmanagements durchgesetzt und bewährt haben. Aus dieser Analyse sollten De-
fizite und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Neben Internet- und Literaturrecher-
chen wurde das Instrument der Fragebogenerhebung eingesetzt. Damit wurden Experten
aus dem Bereich der Ökosystemforschung sowie der Behörden- und Planungspraxis zu ih-
ren Erfahrungen und Schlussfolgerungen aus ihrer Arbeit in Ökosystemforschungsvorhaben
und/oder mit deren Ergebnissen sowie zu ihren Wünschen und Vorstellungen bezüglich der
künftigen Ausgestaltung der Ökosystemforschung befragt.

Die folgenden übergeordneten Fragen waren für die Fragebogenerhebung leitend:

- Erweisen sich die Konzepte, Methoden und Resultate der Ökosystemforschung als
grundsätzlich praxistauglich für Anwendungen in den unterschiedlichen Bereichen des
Umweltmanagements?
- Welche Positiv-Beispiele für solche praktischen Umsetzungen und Anwendungen im Na-
tur- und Umweltschutz gibt es?
- Lassen sich aus diesen Anwendungen und Erfahrungen heraus Schlussfolgerungen und
Empfehlungen für die methodische und organisatorische Fortentwicklung und künftige
inhaltliche Schwerpunktsetzungen in der Ökosystemforschung ableiten?

Der Fragebogen wurde zwischen Februar 2002 und April 2002 an 190 Experten im deut-
schen und internationalen Raum per e-mail versandt. Die Adressaten waren:

- bekannte Kapazitäten der Ökosystemforschung (angeschrieben wurden u.a. Projektleiter
und Projektleiterinnen aus den weltweit recherchierten Ökosystemforschungsvorhaben);
- in der Lehre und Ausbildung Tätige mit Einsicht in die Ökosystemforschung (Professoren,
Professorinnen sowie Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen an Universitäten) sowie
- Personen, die in der Umweltpolitik, -verwaltung oder –planung tätig sind oder waren (u.a.
Vertreter und Vertreterinnen von Planungsbüros und der Umweltverwaltung sowie von

Behörden und Institutionen, die in den Bereichen Umweltbeobachtung und Umweltberichterstattung tätig sind).

Für die drei Gruppen wurden separate Fragebögen mit z.T. spezifischen Fragen ausgearbeitet. Ein Überblick über die einzelnen Fragen gibt die nachstehende Auflistung. Die Fragebögen sind im vollen Wortlaut in „Materialien“ 2 dokumentiert.

Fragen des Fragebogens 1 (Adressaten: in der Ökosystemforschung Tätige):

1 Bedeutung der Ökosystemforschung im Wissenschaftssystem

- 1.1 Welchen Beitrag hat ihrer Ansicht nach die Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in den Umwelt- und Systemwissenschaften geliefert?
- 1.2 Gibt es einen solchen Beitrag speziell aus „Ihrem/Ihren“ Ökosystemforschungsvorhaben?

2 Beitrag der Ökosystemforschung zur Ausrichtung der Umweltpolitik und zur Formulierung umweltpolitischer Ziele

- 2.1 Welchen Beitrag hat ihrer Ansicht nach die Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in der Umweltpolitik und im Umweltmanagement geliefert?
- 2.2 Können Sie allgemein einen relevanten Einfluss der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung auf die Formulierung (konkreter) politischer Leitbilder oder Ziele erkennen?
- 2.3 Wurden bzw. werden nach Ihren Kenntnisstand speziell in „Ihrem/Ihren“ Vorhaben erzeugte Forschungsergebnisse für die Formulierung und Präzisierung von Umweltzielen (Umweltqualitätszielen, -standards und -handlungszielen) eingesetzt?
- 2.4 Gab es zu Beginn des Vorhabens oder auch während seiner Laufzeit gezielte Vorstellungen zur späteren Anwendung der Forschungsergebnisse im Rahmen der Umweltpolitik, bzw. wurde das Vorhaben gezielt auf einen solchen Anwendungsbezug hin konzipiert?
- 2.5 Auf welchen Maßstabsebenen (z.B. national, regional usw.) sehen Sie die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik?
- 2.6 Gab es für Sie überraschende Anwendungsfälle, die nach der ursprünglichen Forschungskonzeption nicht vorgesehen waren, bzw. zeichnen sich diese im laufenden Vorhaben ab?

3 Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung

- 3.1 Können Sie grundsätzlich einen relevanten Einfluss der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung erkennen?
- 3.2 Wissen Sie von konkreten Anwendungsfällen der in „Ihrem/Ihren“ Vorhaben erzeugten Forschungsergebnisse in der Umweltplanung?
- 3.3 Gab es zu Beginn des Vorhabens oder auch während seiner Laufzeit gezielte Vorstellungen zur späteren Anwendung der Forschungsergebnisse in der Umweltplanung, bzw. wurde das Vorhaben gezielt auf einen bestimmten Anwendungsbezug in der Planung hin konzipiert?
- 3.4 Auf welchen Maßstabsebenen (z.B. national, regional usw.) sehen Sie die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung?
- 3.5 Entsprechen die aktuellen Anwendungen der Forschungsergebnisse in der Planung Ihren Vorstellungen oder den Vorstellungen anderer Forschungsbeteiligten?
- 1.6 Gab es für Sie überraschende Anwendungsfälle in der Planung, die nach der ursprünglichen Forschungskonzeption nicht vorgesehen waren?

4 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung

- 4.1 Wie schätzen Sie die Bedeutung einer engen a) konzeptionellen und b) praktischen Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung ein?
- 4.2 Resultierten aus „Ihrem/Ihren“ Vorhaben konkrete technische Neuerungen (anwendungsbezogene Mess- und Verfahrenstechniken), welche in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenerhebung Einsatz finden oder finden können?
- 4.3 Resultierten aus „Ihrem/Ihren“ Vorhaben konkrete konzeptionelle und methodische Neuerungen, welche in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenauswertung Einsatz finden oder finden können?

- 4.4 Gab oder gibt es aus „Ihrem/Ihren“ Ökosystemforschungsvorhaben heraus anderweitige Impulse eher strategischer und struktureller oder auch inhaltlicher Art für die Initiierung oder Neukonzipierung der Umweltbeobachtung?
- 4.5 Mündete(n) „Ihr(e)“ Vorhaben (unmittelbar) in ein Umweltbeobachtungsprogramm (mit einem gegenüber dem Forschungsprogramm reduziertem Erhebungsaufwand), bzw. ist dies vorgesehen?
- 4.6 Welche Probleme sehen Sie bei diesem Schritt der „Überführung“ von einem Forschungs- zu einem Umweltbeobachtungsprogramm?
- 5 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Umweltberichterstattung**
- 5.1 Sind Sie der Meinung, dass die Ökosystemforschung eng mit Aufgaben der Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit verknüpft werden sollte?
- 5.2 Denken Sie, dass diese Verknüpfung in der Vergangenheit in ausreichendem Maße stattgefunden hat?
- 5.3 Kennen Sie Positiv-Beispiele (auch aus „Ihrem/Ihren“ Ökosystemforschungsvorhaben) für solche Verknüpfungen von Ökosystemforschung mit der Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit?
- 5.4 Gab oder gibt es aus „Ihrem/Ihren“ Ökosystemforschungsvorhaben heraus Impulse für die Umweltberichterstattung, seien diese strategischer und struktureller oder auch methodischer und inhaltlicher Art?
- 5.5 Hat die Ökosystemforschung Ihrer Einschätzung nach wesentliche Beiträge zur Indikatorendiskussion geliefert?
- 6 Kritische Reflexion von Ökosystemforschungsvorhaben**
- 6.1 Reflektiert(e/n) „Ihr(e)“ Vorhaben kritisch seine organisatorische Struktur und strategische Vorgehensweise?
- 6.2 Kam oder kommt es in dem/den Vorhaben zu einer Synthese der Projektergebnisse? Wurden oder werden zusammenfassende Syntheseberichte erstellt?
- 6.3 Konnten zum Abschluss des/der Vorhaben(s) Hinweise auf weiteren Forschungsbedarfs gegeben werden, bzw. ist im laufenden Vorhaben bereits ersichtlich, dass es zu einer solchen Aussage kommen wird?
- 6.4 Wie beurteilen Sie aus Ihrer eigenen Erfahrung heraus die Problematik interdisziplinären Arbeitens? Wurde interdisziplinäres Arbeiten in „Ihrem/Ihren“ Vorhaben praktiziert?
- 6.5 Sehen Sie die Modellentwicklung als einen wesentlichen Aufgabenbereich der Ökosystemforschung?
- 6.6 Worin sehen Sie zusammenfassend die größten Vor- und Nachteile der Ökosystemforschung und ihre größten Probleme?
- 7 Was wünschen Sie sich von der Ökosystemforschung der Zukunft?**
- 8 Sonstiges**

Ergänzende oder anders lautende Fragen des Fragebogens 2 (Adressaten: in der Umweltpolitik, -verwaltung oder -planung Tätige) lauteten:

zu 3 Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung

Gibt es bestimmte Ökosystemforschungsvorhaben, die Ihres Erachtens einen herausragenden Beitrag für methodische und technische Weiterentwicklungen in der Umweltplanung geliefert haben und die Ihre Arbeit besonders bereichert haben?
Würden Sie sich grundsätzlich einen stärkeren Anwendungsbezug der Ökosystemforschung wünschen?

zu 4 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung

Wäre eine engere (auch räumliche) Verknüpfung von Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung Ihres Erachtens wünschenswert?

zu 6 Kritische Reflexion von Ökosystemforschungsvorhaben

Denken Sie, dass die organisatorische Struktur und die strategische Vorgehensweise bei der Durchführung von Ökosystemforschungsvorhaben sowie die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen in der Vergangenheit ausreichend reflektiert wurden oder derzeit werden?

Ergänzender Fragenblock in Fragebogen 3 (Adressaten: an der Schnittstelle von Ökosystemforschung und Umweltpolitik, -verwaltung oder -planung oder in der Ausbildung und Lehre Tätige):

Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre/Ausbildung

Wie könnte naturwissenschaftliche Interdisziplinarität nach Ihrer Ansicht in der Ausbildung am besten gefördert werden?

Welche Bedeutung kommt Ihrer Meinung nach der Systemanalyse und der Umweltinformatik als Strukturwissenschaften für die Ausbildung zu?

Wie sollte die Zusammenarbeit zwischen ökologisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen einerseits und wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen in der Ausbildung organisiert werden?

Transdisziplinarität: Sehen Sie in der Bearbeitung realer Fallbeispiele z.B. in der Natur- und Landschaftsplanung Ansatzpunkte für eine innovative Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre?

Sehen Sie ein Defizit in der Schulung einer „ökologischen Bewertungs- und Urteilskompetenz“?

Für die Beantwortung der Fragebögen wurden eine digitale und analoge Form angeboten. Beide Versionen wurden von den Adressaten in Anspruch genommen, so dass nicht alle ausgefüllten Fragebögen in digitaler Form zur Verfügung stehen.

Von 35 Personen wurden ausgefüllte Fragebögen an die Auftragnehmer zurückgesandt. Das entspricht ca. 18% aller versandten Bögen. Tab. 2 gibt einen Überblick über die Fragebogenrückläufe. Von einigen Adressaten wurden auch mehrere Fragebögen ausgefüllt. Zur Auswertung standen insgesamt 21 Fragebögen vom Typ 1, 3 vom Typ 2 und 11 vom Typ 3 zur Verfügung. Darüber hinaus sind mit den Fragebögen von 20 Adressaten ergänzende Informationen zu laufenden oder abgeschlossenen Ökosystemforschungsvorhaben eingegangen, die in die Projektdatenbank aufgenommen werden konnten.

Tab. 2: Fragebogenrückläufe

Name		Rücklauf der Fragebögen	Fragebogen 1	Fragebogen 2	Fragebogen 3	weitere Projekte o. Ergänzungen
1	DeAngelis, Prof. Dr. Donald L.	2.3.	x			x
2	Baron, Ph.D. Jill S.	7.3.	x			x
3	Bastian, Dr. habil Olaf	25.2.	x			x
4	Bendoricchio, Prof. Dr. Giuseppe	Mitte 3	x			x
5	Bredemeier, PD Dr. Michael	14.5.	x			x
6	Buchmann, PD Dr. Nina	15.5.	x			x
7	Franz, Helmut	Februar			x	
8	Fränzle, Prof. Dr. Otto	7.3.	x			x
9	Gaedke, Prof. Dr. Ursula	26.4.	x		x	x
10	Haber, Prof. Dr. Dr. hc Wolfgang	18.3.	x	x	x	
11	Hauhs, Prof. Dr. Michael	10.4.	x			x
12	Haussmann, Thomas	15.3.	x			x
13	Hoffman-Kroll, Dr. Regina	22.3.		x		
14	Hoppenstedt, Adrian	12.4.			x	
15	Jessel, Prof. Dr. Beate	15.3.			x	

Name	Rücklauf der Fragebögen	Fragebogen 1	Fragebogen 2	Fragebogen 3	weitere Projekte o. Ergänzungen
16 Junk, Prof. Dr. Wolfgang Johannes	26.4.	x			x
17 Kainz, Dr. Maximilian	30.4.	x			x
18 Kellermann, Dr. Adolf	19.3.	x			x
19 Scherer, Dr. Bernd					
20 Gätje, Dr. Christiane					
21 Köppel, Prof. Dr. Johann	13.3.			x	
22 Kopsik, Serguei V.	11.3.	x			x
23 Loose, Dr. Carsten	15.2.		x		
24 Marques, Prof. Dr. João Carlos	20.3.	x			x
25 Matzner, Prof. Dr. Egbert	18.2.	x			
26 Mengel, Dr. Andreas	11.3.			x	
27 Mose, Prof. Dr. Ingo	29.4.			x	
28 Neumann, Frank	10.5.	formlose Antwort			
29 Printz, Andreas	13.5.			x	x
30 Regier, Prof. Dr. Henry	16.2.	x			
31 Schönwitz, Roswitha	✓			x	
32 Sündermann, Prof. Dr. Jürgen	11.4.	x			x
33 Tobias, Prof. Dr. Kai	17.2.			x	x
34 Trepel, Dr. Michael	26.4.	x			x
35 Wielgolaski, Prof. Dr. Franz-Emil	15.3.	x			x
gesamt		21	3	11	20

Die Fragebogenerhebung hatte nicht den Anspruch einer repräsentativen Umfrage, sondern diente lediglich der Sammlung von Erfahrungen und Einschätzungen der Experten. Den Beantwortenden wurde eine anonyme Auswertung zugesichert.

2.3 Workshop

Vom 22. bis 24.10.2002 wurde - als Bestandteil von Modul 3 des Vorhabens - im Kulturzentrum Salza bei Kiel ein internationaler Workshop veranstaltet. Im Rahmen der Veranstaltung diskutierten ca. 60 Experten aus Forschung, Planung und Verwaltung über die Ergebnisse und Perspektiven der Ökosystemforschung. Neben Vertretern aus Deutschland waren auch Kollegen aus Italien, den Niederlanden, Dänemark, den Vereinigten Staaten, aus Kanada, Litauen und Russland beteiligt.

Der Workshop gliederte sich in Plenumssitzungen mit insgesamt 11 Keynote-Lectures (die englischsprachigen Abstracts der Vorträge sind in „Materialien“ 7 zusammengestellt) und vier Arbeitsgruppen mit den folgenden Vertiefungen:

- Arbeitsgruppe A: Konzeptionelle, methodische und strategische Erfahrungen und Probleme in der Ökosystemforschung;

- Arbeitsgruppe B: Ökosystemforschung und Ökosystemmanagement – Leitlinien für eine integrative Umweltpraxis;
- Arbeitsgruppe C: Erfahrungen und Probleme aus der Ökosystemforschung in der Anwendung, Anforderungen aus Politik und Planung;
- Arbeitsgruppe D: Zukunft der Ökosystemforschung.

Zur Gliederung des Workshops sowie zur Strukturierung und Anregung der Diskussionen in den Arbeitsgruppen wurden vorab von den Auftragnehmern Thesen und Fragen formuliert und in einem Thesenpapier zusammengefasst (s. „Materialien“ 6, Kap. 6.1). Die Formulierung der Thesen wurde im Wesentlichen aus den Ergebnissen der Fragebogenerhebung (s. Kap. 2.2) abgeleitet. Zu den Thesen wurden auf die Thematik der Workshop-Gruppen zugeschnittene Leitfragen erarbeitet, welche die dortige Diskussion strukturieren und befördern sollten (s. „Materialien“ 6, Kap. 6.2).

Von den Rapporteurs der Arbeitsgruppen wurden Ergebnisberichte erstellt, die am letzten Workshoptag im Plenum vorgestellt wurden. Diese Berichte sind – wie die Fragebogenerhebung – Grundlage der Ausführungen in Kap. 4 und 5 dieses Berichtes (die Berichte sind in „Materialien“ 8 wiedergegeben).

3 SYNOPSE

3.1 Rechercheinhalte der Datenbank – eine Übersicht

In die im Rahmen des Vorhabens erstellte Projektdatenbank über Ökosystemforschungsvorhaben weltweit wurden 275 Datensätze aufgenommen. Da sich zahlreiche Forschungsvorhaben nicht auf die Untersuchung eines einzelnen Ökosystemtyps bzw. Bioms beschränken und damit keine eindeutige Zuordnung in eine der in Kap. 2.1 genannten Kategorien (Ökosystemtypen bzw. Biome) möglich ist (Forschung in Gebirgswäldern lässt sich sowohl der Kategorie Waldökosystemforschung als auch Gebirgsökosystemforschung zuordnen), ergaben sich insgesamt 419 einzelne Zuordnungen. Weiterhin finden sich in der Datenbank Angaben zu Forschungsprogrammen, die Ökosysteme grundsätzlich unterschiedlicher Art untersuchen, sowie eine kleine Restmenge nicht zuzuordnender Einträge.

Abb. 1 fasst die gemäß Kap. 2.1 klassifizierten Datensätze zusammen. Die in der Abb. angegebenen Prozentzahlen beziehen sich auf die 275 Datensätze. Aufgrund der zahlreichen Mehrfachzuordnungen von Forschungsvorhaben/Datensätzen zu mehreren Ökosystemtypen liegt die Summe der Prozentzahlen jedoch über 100.

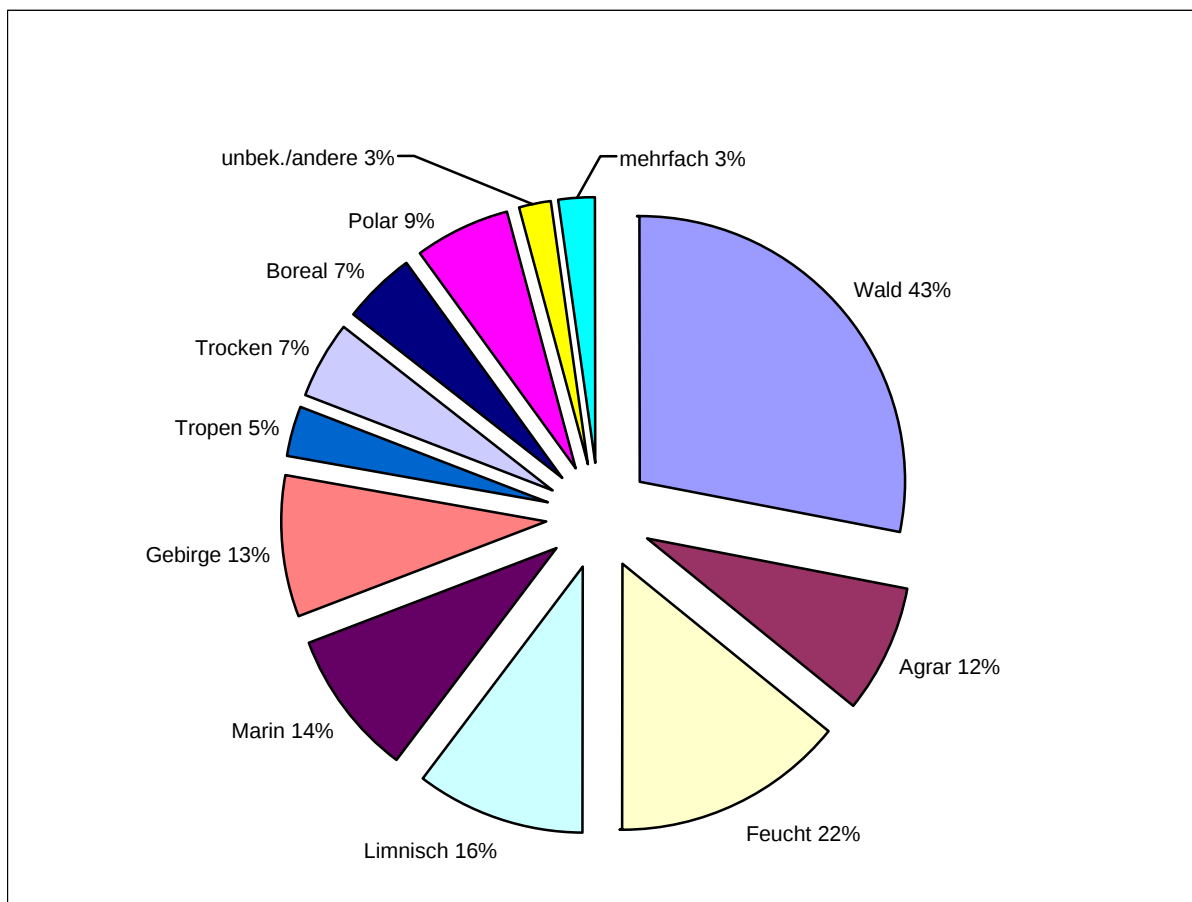


Abb. 1: Verteilung der in die Datenbank aufgenommenen Forschungsprojekte nach Ökosystemtypen/Biomen (471 Ökosysteme in 275 Datensätzen; die Prozentangaben beziehen sich auf die Datensätze)

Ein großer Teil der für die Datenbank ausgewerteten Forschungsvorhaben (42 %) beforscht Waldökosysteme. Danach folgen die Ökosysteme der Feuchtgebiete mit 22 %. Zusammen mit den limnischen Ökosystemen (16 %) und marinen Ökosystemen (14 %) ergibt sich ein Anteil von 42 % der Vorhaben, der sich mit aquatischen und semiterrestrischen Ökosystemen befasst. 13 % aller Forschungsvorhaben widmen sich Gebirgsökosystemen. Lediglich 5 % aller in die Datenbank eingetragenen Forschungsvorhaben beziehen sich auf Tropenökosysteme.

Die genannten Prozentzahlen erlauben grundsätzlich keine unmittelbaren Aussagen zur Repräsentanz der einzelnen Ökosystemtypen in der internationalen Ökosystemforschung. Da für die Recherche zu allen Ökosystemtypen jedoch vergleichbare Recherchemethoden eingesetzt wurden, sind ggf. gewisse Rückschlüsse dahingehend möglich, in welchen Ökosystemen derzeit mit Schwerpunkt Ökosystemforschung stattfindet. Insbesondere die Tropenforschung sowie die Ökosystemforschung in Trockengebieten, die ebenfalls nur 7% aller in der Datenbank dokumentierten Forschungsvorhaben ausmachen, sind im Internet nur unvollständig dokumentiert. Die zu den Trockengebieten recherchierten Datensätze beschränken sich fast ausschließlich auf Untersuchungen in den Vereinigten Staaten von Amerika und betreffen im Wesentlichen die natürlichen Prärien.

Die Ökosysteme der borealen Zone sind ebenfalls mit 7 % in der Datenbank vertreten. Zu beachten ist, dass eine scharfe Abgrenzung zwischen borealen und kalt-gemäßigten Wäldern nicht immer eindeutig möglich war.

Der Anteil der polaren Ökosysteme ist mit 9 % recht hoch. Hierunter fallen auch Forschungsvorhaben, die sich mit den Meeresgebieten um die Antarktis und mit den Packeisflächen der Arktis beschäftigen. Die Zahl der ausgewerteten terrestrischen Forschungsvorhaben in der polaren Zone ist eher gering.

Unter der Kategorie „unbekannte und andere Ökosysteme“ finden sich im Wesentlichen Forschungsvorhaben, deren Schwerpunkt nicht den vorgegebenen Kategorien zuzuordnen war. Nicht zuzuordnen waren u.a. Vorhaben, die urbane Ökosysteme beforschen. Der Punkt „mehrfache Untersuchungen“ beinhaltet hauptsächlich Forschungsvorhaben von globalem Charakter (Fluxnet, MAB, NASA-Programme). Nützliche Internet-Portale zu größeren Forschungsprogrammen, die keine Forschungsvorhaben im eigentlichen Sinne sind, wurden ebenfalls in diese Kategorie eingestellt.

Die Verteilung der Datensätze nach Kontinenten wurde gemäß nachstehender Tab. 3 durchgeführt.

Tab. 3: Zuordnung der Datensätze nach Kontinenten

Nummer	Kontinent
1	Europa
2	Nordamerika: Kanada, Vereinigte Staaten von Amerika
3	Südamerika: Mexiko, Mittelamerika und Südamerika
4	Afrika
5	Antarktis
6	Asien: Ozeanien, naher Osten, Gebiete östlich des Urals
7	Unbekannt/ Global
8	Australien

Die Verteilung der in die Datenbank aufgenommenen Forschungsvorhaben wird aus Abb. 2 ersichtlich. Es wurden insgesamt 275 Datensätze bearbeitet. Aus diesen Datensätzen ließen sich 281 Länderzuordnungen ableiten.

Aus dieser Zuordnung darf freilich nicht geschlossen werden, dass das Forschungsvorhaben von der Scientific Community des jeweiligen Staates getragen wird, da zur Analyse nicht die federführenden Institutionen herangezogen wurden, sondern das Land, in dem die Forschung stattfindet.

Die Hauptforschungsgebiete der in die Datenbank eingestellten Vorhaben liegen hauptsächlich in Europa (45 %) und in Nordamerika (39 %). Der hohe Anteil europäischer Vorhaben ist u.a. dadurch bedingt, dass diese im Internet und im Vorhaben besonders intensiv aufgearbeitet wurden. Innerhalb des europäischen Kontinents liegt der Schwerpunkt in Mitteleuropa und dem Gebiet der EU. Vorhaben in Osteuropa wurden nur in geringem Umfang erfasst. Ein hoher Anteil an den aktuellen Forschungsaktivitäten in Europa steht in Verbindung mit dem Euroflux-Programm.

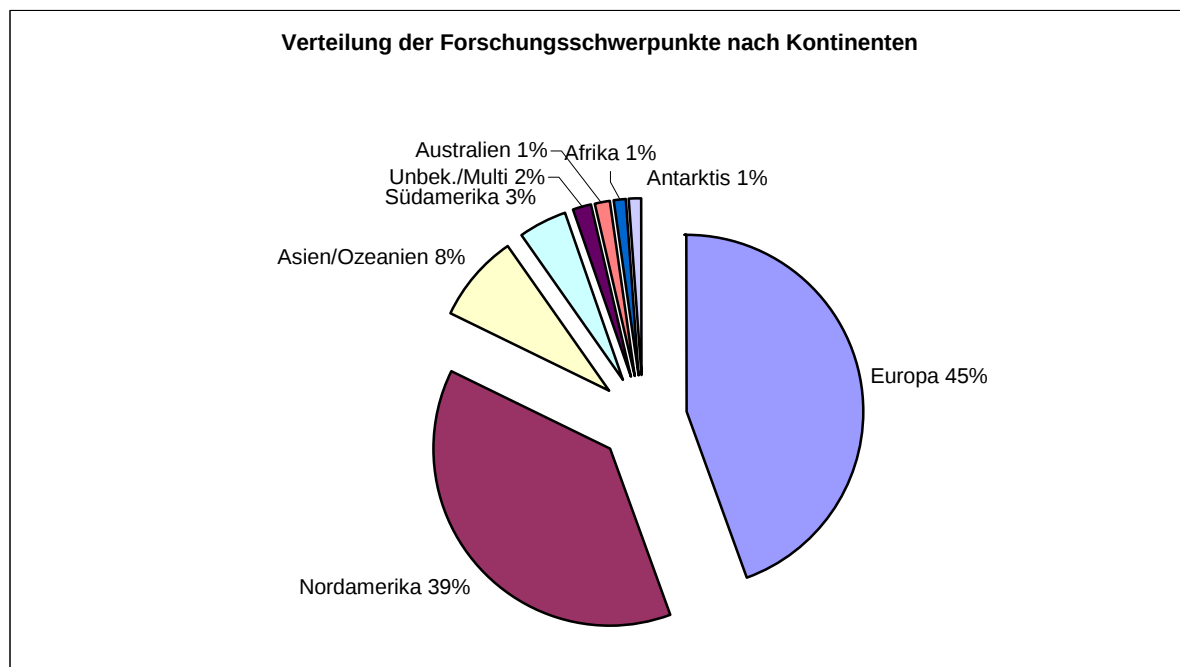


Abb. 2: Die Verteilung der ausgewerteten Forschungsvorhaben zur Ökosystemforschung nach Kontinenten (erfasste Datensätze 275, Forschungspunkte 283)

Innerhalb Nordamerikas lässt sich ein hoher Anteil der Forschungsaktivitäten dem Ameriflux- und dem LTER (Long Term Ecological Research) Programm zuordnen.

Asien/Ozeanien ist mit 8 % aller Projekte in der Datenbank vertreten. Diese Zahl suggeriert einen hohen Forschungsaufwand, allerdings wird der überwiegende Teil durch das Asiaflux-Programm getragen, dessen Schwerpunkt in Japan liegt.

3 % der Vorhaben forschen in Südamerika. Dieser Prozentsatz dürfte den tatsächlichen Anteil unterschätzen, da ein nicht unerheblicher Teil der zur Verfügung stehenden Informationen in spanischer bzw. portugiesischer Sprache verfasst ist und der Recherche nicht auf englisch zugänglich war.

2 % der Datenbankprojekte sind multikontinentale Programme. Aufgenommen wurden auch die Portalseiten der großen Forschungsprogramme wie Fluxnet, ILTER (International Long Term Ecological Research) oder NASA.

Afrika, Australien und die Antarktis sind mit jeweils 1 % in der Datenbank vertreten.

3.2 Internationale Forschungsprogramme und -verbünde

Da eine zusammenfassende Wiedergabe der in die Datenbank aufgenommenen Forschungsvorhaben im Rahmen dieses Berichtes für nicht sinnvoll erachtet wird, werden im Folgenden große internationale/multikontinentale Ökosystemforschungsprogramme oder -verbünde skizziert. Die Darstellungen beschränken sich auf jüngere Initiativen (1990er Jahre) und erheben – wie die Darstellungen in der Datenbank – keinen Anspruch auf Vollständigkeit (die Dokumentation erfolgt in alphabetischer Reihenfolge). Auf das IBP und das MAB-Programm, die insbesondere die deutsche Ökosystemforschung wesentlich geprägt haben, wurde bereits in Kap. 1.2 Bezug genommen. Für weitere über die Darstellungen in der Projektdatenbank hinausgehende Details zu den großen deutschen Ökosystemforschungsvorhaben sei auf die „Materialien“ 9 im Anhang dieses Berichtes verwiesen.

Im Bewusstsein der zunehmenden Bedeutung globaler Umweltveränderungen widmen sich die großen internationalen/multikontinentalen Ökosystemforschungsprogramme oder -verbünde mit deutlichem Schwerpunkt dem Problemkreis der globalen Klimaveränderungen sowie deren Ursachen und Konsequenzen für die Ökosysteme.

3.2.1 Earth System Science Partnership

Zur Erforschung globaler Umweltveränderungen wurden in den 1980er und 1990er Jahren vier große internationalen Forschungsprogramme ins Leben gerufen, sie sich zur Earth System Science Partnership (ESS-P) zusammengeschlossen haben. Dies sind:

- das International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP),
- das International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP),
- das World Climate Research Programme (WCRP) und
- DIVERSITAS.

Diese vier großen Programme haben sich zum Ziel gesetzt - in den jeweiligen inhaltlichen Schwerpunktthemen - Forschungsprioritäten zu erarbeiten, Forschungslücken aufzuzeigen, Forschungsaktivitäten anzustoßen und bereits laufende Vorhaben zusammenzuführen. Die Sekretariate der genannten Programme sind international anerkannte Plattformen zur Koordination und zur Stärkung der Forschung über Ursachen und Auswirkungen globaler Umweltveränderungen und zur Lösung der daraus entstehenden Probleme. Die nationalen wissenschaftlichen Beiträge zur Ausfüllung der Programme werden von nationalen und regionalen Institutionen finanziert. Die Sekretariate engagieren sich jedoch bei der Akquise zusätzlicher finanzieller Mittel.

3.2.1.1 IGBP

Das IGBP wurde 1986 vom International Council for Science (ICSU) gegründet. Seine zentrale wissenschaftliche Zielsetzung besteht in der Beschreibung und dem besseren Ver-

ständnis des Zusammenwirkens physikalischer, chemischer und biologischer Prozesse bei der Regulierung des globalen Ökosystems sowie seiner Veränderungen und Beeinflussung durch menschliche Aktivitäten. Das internationale IGBP-Sekretariat befindet sich in Stockholm.

Die aktuelle IGBP-Struktur beinhaltet zwei Rahmen-Aktivitäten:

- Global Analysis, Integration and Modelling (GAIM) und
- das mit dem IHDP und WCRP gemeinschaftlich finanzierte System for Analysis, Research and Training (START)

sowie neun Kernprojekte:

- International Global Atmospheric Chemistry (IGAC),
- Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle (BAHC),
- Global Change and Terrestrial Ecosystems (GCTE),
- Land-Use and Land-Cover Change (LUCC),
- Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ),
- Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS),
- Global Ocean Ecosystem Dynamics (GLOBEC),
- Past Global Changes (PAGES) und
- die erst kürzlich ins Leben gerufene und gemeinschaftlich mit dem WCRP, der Commission on Atmospheric Chemistry and Global Pollution (CACGP) der International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences (IAMAS) und dem Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR) finanzierte Surface Ocean-Lower Atmosphere Study (SOLAS).

Der nationale IGBP-Ausschuss Deutschlands wurde 1987 vom DFG-Senatsausschuss als „Arbeitsgruppe für das Internationale Geosphären-Biosphären-Programm (IGBP)“ ins Leben gerufen. Das nationale IGBP-Programm wurde im Oktober 1988 international vorgestellt. Seit 1990 werden die Aktivitäten vom nationalen IGBP-Sekretariat koordiniert.

3.2.1.2 IHDP

Das IHDP ist eine internationale, interdisziplinäre, nicht-regierungsgebundene Wissenschaftsorganisation, die sich mit den sozialwissenschaftlichen Dimensionen globaler Umweltveränderungen auseinandersetzt. Im Zentrum des Interesses steht ein umfassenderes Verständnis der Rolle der Menschen als Verursacher und Betroffene globaler Umweltveränderungen. Das IHDP wurde 1996 vom ICSU und dem International Social Science Council (ISSC) der UNESCO gegründet⁵.

Das Sekretariat des IHDP agiert als zentrale Schnittstelle zum Aufbau und zur Entwicklung weltweiter Netzwerke zur Erforschung globaler Umweltveränderungen. Es koordiniert vier wissenschaftliche Kernprojekte:

- LUCC (gemeinsam mit IGBP, Projektbüro in Belgien),
- Global Environmental Change and Human Security (GECHS, Projektbüro in Kanada),

⁵ <http://www.ihdp.uni-bonn.de>

- Institutional Dimensions of Global Environmental Change (IDGEC, Projektbüro in den USA),
- Industrial Transformation (IT, Projektbüro in den Niederlanden).

In Zusammenarbeit mit den naturwissenschaftlich orientierten Partnerprogrammen IGBP, WCRP und DIVERSITAS existieren zudem drei weitere gemeinsame Forschungsprojekte:

- Global Environmental Change and Food Systems (GECAPS),
- Global Carbon Project (GCP),
- Joint Water Project (JWP).

Ferner beteiligt sich das WCRP am Aufbau von START.

Das deutsche IHDP-Sekretariat ist in Bonn angesiedelt und wird vom BMBF und vom Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung (MWF) des Landes Nordrhein-Westfalen finanziell unterstützt. Gastgeber des Sekretariats ist die Universität Bonn.

3.2.1.3 WCRP

Das WCRP ist 1980 vom ICSU und der World Meteorological Organization (WMO) gegründet worden. Seit 1993 wird es außerdem von der Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) der UNESCO finanziell unterstützt. Zentrale Ziele des Programms bestehen darin, das wissenschaftliche Verständnis des physikalischen Klimasystems und der Klimaprozesse zu erweitern, die Vorhersagbarkeit klimatischer Veränderungen und von Extremereignissen realistisch einschätzen zu können und zu verbessern sowie die anthropogene Beeinflussung des Klimas zu erfassen⁶.

Das WCRP koordiniert die folgenden Projekte:

- Arctic Climate System Study (ACSYS) bzw. Climate and Cryosphere (Clic),
- Climate Variability and Predictability (CLIVAR) als Fortsetzung des abgeschlossenen Tropical Ocean and Global Atmosphere (TOGA)-Projektes,
- Global Energy and Water Cycle Experiment (GEWEX) mit einer Reihe regionaler Prozess-Studien wie dem GEWEX Continental-scale International Project (GCIP, Mississippi river basin), das GEWEX Asian Monsoon Experiment (GAME) oder das Baltic Sea Experiment (BALTEX) und vertiefender Studien wie das International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP), das International Satellite Land-Surface Climatology Project (ISLSCP), das Global Water Vapour Project (GVaP), das Global Precipitation Climatology Project (GPCP) und die GEWEX Cloud System Study (GCSS),
- Stratospheric Processes And their Role in Climate (SPARC) study,
- World Ocean Circulation Experiment (WOCE).

Darüber hinaus beteiligt sich das WCRP am Global Observing System (GCOS von ICSU, WMO, IOC, United Nations Environment Programme UNEP). Zusammen mit dem Global Ocean Observing System (GOOS) finanziert WCRP das Ocean Observation Panel for Climate (OOPC) und zusammen mit GCOS das Atmospheric Observation Panel for Climate (AOPC). Ferner besteht eine Zusammenarbeit mit dem IGBP und dem IHDP bei der Entwicklung des START.

⁶ <http://www.wmo.ch/web/wcrp/about.htm>

3.2.1.4 DIVERSITAS

DIVERSITAS ist ein integratives Programm mit Vertretern von derzeit sechs internationalen, staatlichen sowie nicht-staatlichen Wissenschaftsorganisationen: IUBS (International Union of Biological Sciences), SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment), UNESCO-MAB, ICSU, IGBP-GCTE und IUMS (International Union of Microbiological Societies). Gegründet 1991, noch vor Verabschiedung der Biodiversitätskonvention, traf das Scientific Steering Committee (SSC) zu seiner ersten regulären Sitzung 1996 zusammen. Ein erster umfangreicher Operational Plan wurde erstellt. Ziel von DIVERSITAS ist die Koordinierung, Vernetzung und Initiierung von Biodiversitätsforschung auf globaler Ebene. Es ist das erste internationale Biodiversitäts-Programm mit einem interdisziplinären Ansatz, der biologische Vielfalt, von der genetischen bis zur ökosystemaren Ebene, explizit mit anderen Aspekten des globalen Wandels und der "Human Dimensions" verbindet⁷.

Das konzeptionelle Rahmenprogramm von DIVERSITAS soll Prozesse des globalen Wandels und deren Auswirkungen auf biologische Ressourcen untersuchen, diesbezügliche Forschungsschwerpunkte benennen und Forschungslücken identifizieren. Es umfasst fünf Kernprogramme (Core Programme Elements):

- die Rolle von Biodiversität in Ökosystemprozessen,
- Ursprung, Aufrechterhaltung und Veränderung von Biodiversität,
- Systematik: Inventarisierung und Klassifizierung von Biodiversität,
- Erfassung von Biodiversität und
- Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung von Biodiversität

und fünf Schwerpunktforschungsgebiete (Special Target Areas of Research - STARs):

- Biodiversität von Böden und Sedimenten,
- Marine Biodiversität,
- Biodiversität von Mikroorganismen,
- Biodiversität von Süßwasserökosystemen,
- Mensch und Biodiversität.

Das Sekretariat von DIVERSITAS ist in der Zentrale der UNESCO (Paris) untergebracht. Es ist zu 90 % durch freiwillige nationale Beiträge aus den USA, Deutschland, der Schweiz, den Niederlanden, aus Norwegen, Mexiko, Schweden, Österreich und England und zu 10 % aus ICSU-, SCOPE-, IUBS- und IUMS-Mitteln finanziert.

DIVERSITAS Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, eine Bestandsaufnahme der Biodiversitätsforschung in Deutschland zu erstellen und strategische Konzepte zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Biodiversität zu entwickeln. Zusätzlich wurde 1999 das BIOLOG Forschungsprogramm⁸ eingerichtet, das in Europa und Afrika insgesamt 93 Projekte finanziert. Die Arbeit wurde in den Jahren 2000 und 2001 aufgenommen. BIOLOG zielt inhaltlich auf die Erforschung terrestrischer Biodiversität und auf die Förderung der Biodiversitätsinformatik.

⁷ <http://www.biologie.uni-hamburg.de/diversitas>

⁸ BECK et al. (2001) <http://www.dlr.de/PT/Umwelt/F70000/F73000/Status%20Report%202001/Status%20Report%202001-update-II.pdf>

3.2.2 Forschungsprogramm der Europäischen Union

Die Ökosystemforschung innerhalb Europas wird seit einigen Jahren in erheblichem Umfang von der Europäischen Union gefördert.

Vom 4. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission (1994-1998) wurden z.B. gefördert:

- **MOLAR** (Measuring and Modelling the Dynamic Response of Remote Mountain Lake Ecosystems to Environmental Change, seit 1994) erforscht anhand von Felderhebungen und Modellierungen die Reaktionen von Bergsee-Ökosystemen auf Umweltveränderungen (insbesondere S- und N-Deposition). Die 12 Untersuchungsstandorte liegen entlang eines Nord-Süd- und West-Ost-Säuredepositionsgradienten innerhalb Europas. Zusätzlich wurden vier Standorte in den Französischen Pyrenäen, in den österreichischen Alpen und in Südtirol außerhalb der Gradienten eingerichtet.
- **BIOGEST** (Biogas Transfer in Estuaries, Laufzeit: 1996-1999) zielte darauf, die Verteilung von Biogasen im Oberflächenwasser europäischer Ästuarie (Elbe, Rhein, Ems-Dollard, Themse, Wester-Schelde, Loire, Gironde, Douro und Sado) zu beschreiben und die Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Biogasen und atmosphärischen Veränderungen zu quantifizieren.
- **ROBUST** (Role of buffering capacities in stabilising coastal lagoon ecosystems, Laufzeit: 1996-2000) widmete sich der Ökologie von Küstenlagunen-Systemen und ihrer Funktion als Pufferbereiche gegen Umweltveränderungen. Untersucht wurden Seegraswiesen im Becken von Arcachon (Atlantik) und am Sacco di Goro (Adria).
- **TOROS** (Tinto Odiel River Ocean Study, Laufzeit 1996-1999) arbeitete unter Beteiligung von acht Instituten aus vier europäischen Staaten zur Hydrodynamik des Golfes von Cadiz/Spainien. TOROS sollte mit seinen Forschungsergebnissen zur Lösung durch Bergbau verursachter Kontaminationsprobleme im mediterranen Becken beitragen.
- Im Rahmen von **EROS 21** (Biogeochemical interactions between the Danube River and the North-Western Black Sea, Laufzeit: 1996-1999) wurden im Donau-Becken (NW-Teil Schwarzes Meer) anhand von Feld- und Laborstudien biogeochemische Modelle entwickelt, mit Hilfe derer die Reduzierung der Eutrophierung simuliert werden sollten. Darüber hinaus wurde angestrebt, das Emissionsvolumen von Treibhausgasen im Schwarzen Meer zu quantifizieren. An den Vorhaben waren über 20 inner- und außereuropäische Institute unterschiedlicher Disziplinen beteiligt.

TERI (Terrestrial Ecosystem Research Initiative) war Teil des "Environment and Climate Programme" im 4. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission. Es widmet sich mit Schwerpunkt:

- den Konsequenzen von Landnutzungsänderungen,
- den Folgen veränderter klimatischer Rahmenbedingungen und einer veränderten chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre,
- der Dynamik der organischen Substanz im Boden sowie der biogeochemischen Kreisläufe und hydrologischen Prozesse,
- der Biodiversität, der Populationsbiologie und ihren Einflüssen auf die Funktion von Ökosystemen.

Integrative Forschungsansätze, die Überwindung von Skalensprüngen und die Erarbeitung von Szenarien gelten als besondere methodische Herausforderungen des TERI.

Zum TERI gehören Forschungsprojekte wie:

- PROTOS (Production and Transport of Organic Solutes: Effects of natural climatic variation, Laufzeit: 1996-1999) forschte mit Schwerpunkt im Themenfeld „Dynamik der organischen Bodensubstanz, der biogeochemischen Kreisläufe und hydrologischen Prozesse“. Untersucht wurden für Europa repräsentative Waldökosysteme in Norwegen, Deutschland und Spanien. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Rolle der gelösten organischen Substanz (dissolved organic matter, DOM) in Ökosystemen gerichtet.
- ECOMONT (Ecological Effects of Land-Use Changes on European Terrestrial Mountain Ecosystems, Laufzeit: 1994-1999) beschäftigte sich mit den Konsequenzen von land- und forstwirtschaftlichen Nutzungsänderungen im Berggebiet. Untersucht wurde ein Nord-Südtransekt in den Ostalpen. Von besonderem Interesse waren Forschungen zu den Auswirkungen der Landnutzungsänderungen auf die Prozesse der unteren Atmosphärenschichten.
- DART (Dynamic response of the forest–tundra ecotone to environmental change, Laufzeit: 1998-2002) wurde unter Beteiligung von sechs europäischen Ländern im fennoskandinavischen Bereich durchgeführt. Es zielte auf die Verbesserung des Verständnisses der ökosystemaren Dynamik des Wald-Tundra-Ökoton in Abhängigkeit von Klima- und Landnutzungsänderungen. Das Projekt ist zugleich Teil der EU-Programme TERICA (Terrestrial Ecosystem Research Initiative Concerted Action) und ARTERI (Arctic-Alpine Terrestrial Ecosystems Research Initiative).
- In CLUE (Changing Land Usage, Enhancement of biodiversity and ecosystem development, Laufzeit: 1994-1998) arbeiteten britische, niederländische, schwedische, spanische und tschechische Institute und Einrichtungen zusammen. Fünf repräsentative Untersuchungsgebiete wurden entlang eines Nord-Süd-Gradienten von der borealen Zone Schwedens über Großbritannien und die Niederlande zum südlichen spanischen Atlantik und entlang eines West-Ost-Gradienten von Großbritannien über Holland nach Tschechien angeordnet. Erforscht wurden die ökosystemaren Auswirkungen der Landnutzungsaufgabe auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen.
- Die Zielsetzung von BIODPTH (Diversity and Ecological Processes in Terrestrial Herbaceous ecosystems, Laufzeit: 1996-1999) besteht in der Untersuchung natürlicher und halbnatürlicher Grünlandökosysteme hinsichtlich Veränderungen der Biodiversität und deren Auswirkungen auf die Funktion der Ökosysteme.
- DEGREE (Diversity Effects in Grassland Ecosystems of Europe, Laufzeit: 1996-1998) widmete sich der Erforschung der Zusammenhänge von Biodiversität, funktioneller Diversität und Redundanz. Untersucht wurden Veränderungen der Diversität von Bodenlebensgemeinschaften in typischen europäischen Grasland-Ökosystemen (Tundra, Heidelandschaften, Steppe, Feuchtwiesen, halbnatürliches Grasland der gemäßigten Breiten und Garrique des Mittelmeerraumes) unter dem Einfluss der Klimaänderung und dem funktionalen Einfluss dieser Modifikation auf die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen.

Vom 5. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission „Energie, Umwelt und nachhaltige Entwicklung“ (1998-2002) werden z.B. gefördert:

- **EUROTROPH** (Nutrients Cycling and the Trophic Status of Coastal Ecosystems, seit 2001) erforscht ökosystemare Zusammenhänge in verschiedenen Küstenökosystem-Teilräumen (Fjord, Flussmündung, Seegraswiese) Dänemarks, Belgiens, Hollands und Spaniens. Zielsetzung des Vorhabens ist die trophische Statusbestimmung einiger europäischer Ökosysteme und die Untersuchung von Ursachen ökosystemarer Gleichgewichtsstörungen durch menschliche Eingriffe. Darüber hinaus ist die Beratung von Verwaltungseinrichtungen im Küstenbereich vorgesehen und eingeleitet.
- Im Rahmen von **EMERGE** (European Mountain Lake Ecosystems: Regionalisation, Diagnostic & Socio-economic Evaluation) werden abgelegene europäische Bergsee-Ökosysteme untersucht. Zur Unterstützung der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie sollen die ökologischen Referenzzustände für die Gesamtheit der europäischen Gebirgsseen (> 20.000 Seen) ermittelt werden. Hierzu werden empirische und prozessorientierte Modellierungen mit bestehenden Datensätze durchgeführt. Detaillierte und innovative sozio-ökonomische Analysen sollen die Wertschätzung, welche die Gesellschaft diesen Ökosystemen zumisst, sowie Kosten und Nutzen, die mit der Erhaltung oder Wiederherstellung ihres natürlichen Zustands verbunden sind, ermitteln.
- **RENMAN** (The Challenges of Modernity for Reindeer Management, Laufzeit: 2001-2004) widmet sich den Problemen einer nachhaltigen zukunftsorientierten Rentierzucht in den subarktischen/subalpinen und borealen Regionen Europas. Ziel ist es, die Rentier-Weidewirtschaft und somit die Lebensqualität der einheimischen Bevölkerung zu verbessern.

3.2.3 Fluxnet-Netzwerk

Das weltweit operierende Fluxnet-Netzwerk widmet sich mit Schwerpunkt Fragen des Kohlenstoffhaushaltes der Ökosysteme. Zum Fluxnet-Netzwerks gehören die folgenden Teilprogramme:

- Ameriflux mit räumlichem Schwerpunkt in den USA,
- Asiaflux mit Schwerpunkten in Japan, Thailand, Indonesien, Russland und der Mongolei. Forschungsflächen in Alaska werden in Kooperation mit Ameriflux betreut,
- Carboeuroflux (Carbon and Energy exchanges of terrestrial ecosystems in Europe) mit Forschungsaktivitäten in Europa.

Auf den Forschungsflächen des Fluxnet-Netzwerks werden z.T. vollautomatisiert Untersuchungen zu Kohlenstoffflüssen in den unterschiedlichen Medien (Vegetation, Streu und Boden, einschließlich Meteorologie und Mikrometeorologie) durchgeführt. Begleitet werden die Untersuchungen durch Erhebungen zu den historischen Entwicklungen der Flächen.

3.2.4 GTOS, GCOS und GOOS

GTOS (Global Terrestrial Observing System), GCOS (Global Climate Observing System) und GOOS (Global Oceanic Observing System) haben sich zum Ziel gesetzt, im globalen Maßstab Daten zur biophysikalischen Umwelt, zu wichtigen Ökosystemprozessen und zu

den sozioökonomischen Triebkräften, welche die Umwelt beeinflussen, zu erfassen und für ein effektives Ökosystemmanagement bereit zu stellen.

Höchste Priorität der drei Programme ist es, die Kommunikation und Abstimmung zwischen Gruppen, die im Feld der (globalen) Umweltbeobachtung tätig sind, zu stärken. Begleitend zu diesen "networking"-Aktivitäten entwickeln und fördern GTOS, GCOS und GOOS regionale Beobachtungsprogramme und koordinieren interdisziplinäre Demonstrationsprojekte wie The Net Primary Productivity (NPP) und das Terrestrial Carbon Observation (TCO)-Projekt (beide im Rahmen von GTOS).

GTOS, GCOS und GOOS betreiben gemeinsam das Global Observing Systems Information Center GOSIC. Es hält Daten und Information vor und gibt Überblicke über Struktur und Programme der drei Systeme.

Alle drei Systeme befinden sich noch in der Aufbauphase.

3.2.4.1 GTOS

GTOS arbeitet seit 1996 auf der Grundlage der folgenden Fragestellungen⁹:

1. Welchen Einfluss haben Landnutzungsänderungen und die Degradation von Ökosystemen auf die nachhaltige Entwicklung? Können in ausreichendem Umfang Lebensmittel produziert werden, um eine für die Zukunft (2050) prognostizierte Bevölkerungszahl von 12 Milliarden Menschen zu versorgen?
2. Wann, wo und um wieviel wird die künftige Nachfrage nach Trinkwasser das Angebot übersteigen?
3. Wie wird der Klimawandel die terrestrischen Ökosysteme beeinflussen?
4. Wird der Verlust biologischer Ressourcen irreversible Schäden an Ökosystemen hervorrufen und eine nachhaltige Entwicklung behindern? Welche Ressourcen werden wo verloren gehen?
5. Wo und wann werden toxische Substanzen die Gesundheit des Menschen und der Umwelt beeinträchtigen und die Fähigkeiten der „Entgiftung“ der Ökosysteme übersteigen?

Der europäische Beitrag zu GTOS wird u.a. von der EU innerhalb des 5. Rahmenprogramms koordiniert: GLORIA-EUROPE (The European dimension of the Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) ist ein Beobachtungsnetzwerk zur Erfassung der Effekte einer globalen Erwärmung mit 18 Zielregionen innerhalb Europas.

3.2.4.2 GCOS

GCOS wurde 1992 gegründet und basiert auf einer Kofinanzierung der WMO, der IOC, dem UNEP und dem ICSU. Das GCOS-Sekretariat ist bei der WMO in Genf/Schweiz angesiedelt.

GCOS will¹⁰:

- die Erfassung klimabezogener Daten unterstützen,

⁹ <http://www.fao.org/gtos/Org.html>

¹⁰ <http://www.wmo.ch/web/gcos/gcoshome.html>

- die Vorhersagbarkeit der Entwicklung des Klimas verbessern und die größten Unsicherheiten in der langfristigen Klimavorhersage ausräumen (u.a. durch entsprechende Modellentwicklungen),
- klimatische Trends und durch den Menschen ausgelöste klimatische Veränderungen quantifizieren helfen sowie
- die Datenverfügbarkeit für Wirkungsanalysen verbessern.

GCOS erhebt nicht selbst Daten, sondern stärkt und koordiniert andere Beobachtungsaktivitäten nationaler und internationaler Organisationen. In diesem Sinne stützt sich die Arbeit von GCOS u.a. auf die folgenden Beobachtungsprogramme und -netze:

- die World Weather Watch (WWW) systems;
- der Global Atmosphere Watch (GAW),
- das GOOS und das GTOS,
- das IGBP,
- das WCRP;
- das World Climate Impact Assessment and Response Strategies Programme und
- das World Climate Data and Monitoring Programme (WCDMP) und die Climate Information and Prediction Services (CLIPS).

Eine deutsche Beteiligung am GCOS erfolgt im Wesentlichen durch die Aktivitäten des Deutschen Wetterdienstes.

3.2.4.3 GOOS

GOOS startete 1991 mit der 16. Sitzung der IOC-Versammlung. Die Organe von GOOS nahmen 1992 ihre Arbeit auf. GOOS widmet sich allen Aspekten des Managements der Meeresökosysteme und der Rolle der Weltmeere für den Klimawandel. GOOS ist von der IOC, der WMO, dem UNEP und dem ICSU finanziert.

Die primären Ziele des GOOS sind¹¹:

1. den Datenbedarf zu identifizieren, der als Grundlage einer nachhaltigen Nutzung der Weltmeere und der Küsten erforderlich ist,
2. eine international koordinierte Datenerhebung und einen entsprechenden Datenaustausch sowie die Nutzung und Prozessierung der Daten zu Zwecken eines nachhaltigen Managements anzuregen,
3. GOOS in andere weltweit operierende Beobachtungs- und Managementsysteme zu integrieren.

Innerhalb der Integrated Global Observing Strategy (IGOS) widmet sich GOOS den meeresbezogenen Komponenten des GCOS und des GTOS.

Zur Erprobung der Funktion von GOOS und zur Verbesserung der GOOS-Strukturen wurden und werden in ausgewählten Regionen u.a. die folgenden Pilotprojekte durchgeführt:

- NEAR-GOOS Pilotprojekt (Nord-Ost-Asien) und
- EuroGOOS (Europa, mit 30 Institutionen aus 16 Ländern)

¹¹ <http://ioc.unesco.org/goos>

sowie (mit einer stärker technischen Fokussierung):

- PIRATA (Pilot Research Array (of buoys) in the Tropical Atlantic) und
- GODAE (Global Ocean Data Assimilation Experiment).

Weitere Projekte werden derzeit avisiert:

- WIOMAP (westlicher Indischer Ozean),
- SEA-GOOS (Süd-Ost-Asien),
- MED-GOOS (mediterraner Raum) und
- Pacific-GOOS (Süd-West-Pazifik).

Die deutsche Koordination des GOOS wird vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie in Hamburg koordiniert. Ferner beteiligen sich die folgenden Einrichtungen mit Forschungs- und Monitoringprojekten: das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (Biologische Anstalt Helgoland), die Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFA-Fi), die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), der Deutsche Wetterdienst (DWD), das Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), das GKSS-Forschungszentrum Gessthacht GmbH, das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU S.H.), das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern und die Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH).

3.2.5 ICP Forests

Beim Forest Ecosystem Monitoring (FOREM) bzw. bei dessen europäischem Zweig "International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests" (ICP Forests) handelt es sich um eine große ökosystemar angelegte Monitoring-Studie. Sie dient dem Ziel, die Einflüsse der Luftverschmutzung auf Waldökosysteme besser zu dokumentieren und besser beschreiben zu können. Das europaweite rasterförmig aufgebaute Beobachtungsnetz wurde in den 1980er Jahren mit dem sogenannten Level I-Programm gestartet (5.764 Beobachtungsflächen im 16x16 km-Raster in 30 Ländern). Während auf den Level I-Flächen routinemäßig lediglich der Kronenzustand erfasst wird, wurde das Beobachtungsprogramm auf den 1994 eingerichteten Level II-Flächen in Richtung ökosystemare Waldschadensforschung deutlich erweitert. Es beinhaltet umfangreiche Erhebungen in den relevanten Umweltmedien (Niederschlagswasser, Bodenfestphase und Bodenlösung, Pflanze, meteorologische Größen). Das Programm umfasst heute 864 permanente Untersuchungsflächen, von denen 531 in den Ländern der EU liegen. Das Level II-Konzept beinhaltet nicht nur eine Datenerhebung nach streng standardisierten Methoden, sondern ist ebenso um eine umfassende und möglichst weitgehend vereinheitlichte Datenauswertung bemüht.

3.2.6 Integrated Global Observing Strategy

Die Integrated Global Observing Strategy (IGOS) ist ein weiteres internationales bzw. multi-kontinentales Netzwerk zur Förderung der Umweltbeobachtung im Themenfeld globale Um-

weltveränderungen. IGOS schafft einen organisatorischen Rahmen zur besseren Koordination nationaler Beobachtungsaktivitäten und unterstützt deren Planung¹².

Die zentralen Ziele von IGOS sind:

- eine konsequentere Verknüpfung von Umweltbeobachtungen, die auf Fernerkundungsmethoden und in-situ-Techniken beruhen,
- eine Erleichterung der Überführung von Forschungsprogrammen in handhabbare Umweltbeobachtungsprogramme,
- eine Erleichterung des Datenzugangs und –austauschs,
- eine Harmonisierung der Datenerhebung und eine Verbesserung der Qualitätssicherung mit dem Ziel einer effektiveren Nutzung von Beobachtungsdaten.

Partner von IGOS sind:

- das Committee on Earth Observation Satellites (CEOS), das die nationalen Institutionen, die Satelliten betreiben, koordiniert,
- integrierte Forschungsprogramme zur Thematik "global change" innerhalb des WCRP und des IGBP,
- die International Group of Funding Agencies for Global Change Research (IGFA),
- internationale Institutionen, die global angelegte Beobachtungsprogramme (ko-) finanzieren; hierzu gehören die FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), die IOC, das ICSU, die UNESCO, das UNEP und die WMO sowie
- GCOS, GOOS und GTOS.

Das erste IGOS Partner-Treffen wurde 1998 abgehalten.

IGOS stützt sich im Wesentlichen auf nationale Aktivitäten der Umweltbeobachtung und Forschung. Der Beitrag von IGOS besteht in einer Unterstützung, teilweise auch Beteiligung an diesen Aktivitäten. In sechs beispielhaften Projekten konnte die gewinnbringende Zusammenarbeit auf dem Feld der globalen Umweltbeobachtung demonstriert werden:

- GODAE,
- Upper Air Measurements,
- Long-term Continuity of Ozone Measurements,
- Global Observation of Forest Cover,
- Long-term Ocean Biology Measurements und
- Disaster Management Support.

3.2.7 Long Term Ecological Research Network und International Long Term Ecological Research Network

Das Long Term Ecological Research Network (LTER) wurde 1980 von der National Science Foundation der Vereinigten Staaten (NSF) zur Unterstützung der langfristigen ökologischen Forschung in den U.S.A. gegründet. Das Netzwerk dient der Untersuchung von ökologischen Prozessen über lange Zeiträume mit einem weiten räumlichen Umgriff. Es fördert national und international die Synthese und vergleichende ökologische Forschung. Inhalt des LTER

¹² <http://www.igospartners.org>

ist daher u.a. die Anlage eines Archivs über gut organisierte und dokumentierte ökologische Langzeitversuche. Derzeit sind mehr als 1.100 Wissenschaftler und Studierende am LTER beteiligt (z. Zt. 24 LTER Standorte). Das Netzwerk-Büro koordiniert die Kommunikation, alle den Forschungsplänen entsprechenden Aktivitäten und die Publikation der Forschungsergebnisse.

Auf Initiative des LTER wurde 1993 der Grundstein für das International Long Term Ecological Research (ILTER) gelegt. Im Jahr 2000 haben 21 Länder formelle nationale ILTER-Programme eingeführt und sich zum ILTER-Netz zusammengeschlossen. Weitere zehn Länder stellen derzeit nationale Netze auf. Das U.S.-LTER Network Office unternimmt weitere Anstrengungen, andere interessierte Ländern bei der Erstellung eines LTER Programms zu unterstützen und koordiniert die Aktivitäten und die Kommunikation innerhalb des ILTER Netzes. Das internationale und langfristig angelegte Forschungsnetzwerk verfolgt u.a. die folgenden Zielsetzungen:

- Förderung und Verbesserung des Verständnisses langfristiger ökologischer Phänomene über nationale und regionale Grenzen hinweg,
- Erarbeitung von Beiträgen der wissenschaftlichen Grundlagenforschung für das Ökosystemmanagement,
- Erleichterung der Interaktion der am Netzwerk beteiligten Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen,
- Förderung der Vergleichbarkeit der Beobachtungen und Experimente, Integration von Forschung und Umweltbeobachtung sowie Verbesserung des Datenaustauschs,
- Unterstützung bei der Erfüllung des Bildungsauftrags der Ökosystemforschung.

3.2.8 Weitere international angelegte Ökosystemforschungsinitiativen

Weitere international angelegte Ökosystemforschungsinitiativen sind (ebenfalls ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Das internationale Tundraexperiment **ITEX**: Es wurde 1990 als eine MAB/NSN-Initiative (Man-and-the-Biosphere/Northern Sciences Network) ins Leben gerufen. Seitdem wurde das Programm immer weiter ausgebaut und ist heute eins der aktivsten internationalen Feldprogramme für arktische Ökologie. Ziel von ITEX ist es, die Entwicklung von Pflanzenarten und -gemeinschaften in zirkumpolaren Bereichen in Abhängigkeit von Temperaturveränderungen zu überwachen. Das Basisexperiment besteht in einer gezielten Erhöhung der Oberflächentemperatur um 2-3 °C. Zur Zeit gibt es zwanzig aktive ITEX-Feldstandorte verteilt auf die zirkumpolare Arktis und einige alpine Bereiche. Auf allen Flächen wird mit dem standardisierten ITEX-Handbuch gearbeitet. Die 37 Standorte werden von Forschungsteams in dreizehn Ländern betreut. Weitere Standorte in neun Ländern sind in Planung.
- **BOREAS/BERMS**: Mit der Untersuchung der borealen Wälder Kanadas und deren Interaktionen mit der Atmosphäre, speziell im Hinblick auf die CO₂-Aufnahmekapazität und die Auswirkungen von Klimaänderungen, beschäftigten bzw. beschäftigen sich das BOREAS Projekt (Boreal Ecosystem-Atmosphere Study, Laufzeit: 1993-1996) und dessen Folgeprojekt BERMS (The Boreal Ecosystem Research and Monitoring Sites, seit 1996,

Dauer 9 Jahre). Beide Projekte wurden in erster Linie von kanadischen und US-amerikanischen Regierungsorganisationen finanziert und koordiniert. Die Anwendungsmöglichkeiten von Satellitendaten zu Wald-Monitoringzwecken sollten geprüft werden. Außerdem wird Wert auf die Weiterentwicklung von Computersimulations- und Wettermodellen gelegt, um die Effekte von globalen Änderungen wissenschaftlich besser untersuchen zu können.

3.3 Kurzes Fazit

Die in den voran stehenden Kapiteln skizzierten Forschungsverbünde stellen für viele nationale Ökosystemforschungs-Institutionen interessante ergänzende Kommunikations- und Informationsoptionen sowie Finanzierungsressourcen dar, werden aber eigentlich nicht hinreichend genutzt. So wird erst jetzt eine deutsche ILTER-Gruppe aufgebaut (s. Kap. 5.1.3.3).

4 AUSWERTUNG NATIONALER UND INTERNATIONALER ÖKOsystemFORSCHUNGSVORHABEN – METHODEN UND NUTZUNG DER ERGEBNISSE

4.1 Bedeutung der Ökosystemforschung im Wissenschaftssystem

Sowohl wissenschaftliche Grundideen als auch gesellschaftliche Normen und Handlungsabläufe unterliegen zur Zeit einem bemerkenswerten Wandel. Einige der hieraus erwachsenen Neuerungen und Anforderungen sind in Tab. 4 zusammengefasst. So ist in den Umweltwissenschaften zu beobachten, dass die Komplexität der ökologischen Systeme zunehmend als Grundeigenschaft des Forschungsgegenstands akzeptiert wird und dass sich eine steigende Zahl von F+E-Aktivitäten dem Verständnis der Beziehungs- und Wechselwirkungsnetze mit Hilfe einer angepassten („ganzheitlichen“) Methodik widmet. Mit dieser systemorientierten Herangehensweise sind wichtige Modifikationen konzeptioneller Aspekte verbunden, die dazu führen, dass Prozesse und Strukturen als zusammenhängende Einheiten in ein hierarchisches Gesamtmodell eingebettet werden, das kurz- und langfristige Skalen mit klein- und großräumigen Zusammenhängen wirkungsorientiert verknüpft. Auch wird der Systemdynamik unter den bestehenden oder sich verändernden Rahmenbedingungen mehr Aufmerksamkeit geschenkt als der vorher dominierenden Orientierung am Stabilitätsgedanken. Dabei wächst das Bewusstsein, dass aufgrund zufallsgesteuerter Parameterkombinationen, wegen der vorhandenen nicht-linearen Rückkoppelungsschleifen, aufgrund des Durchlaufens von Bifurkationen und wegen der komplexen Verknüpfung der Wirkungsnetze das Potenzial zur quantitativen Prognose ökologischer Entwicklungen stark eingeschränkt ist. Daher gewinnen Argumente, die explizit prognostische Unsicherheiten berücksichtigen, immer stärker an Gewicht gegenüber der Feststellung von deterministischen Aussagen. Eine explizite Berücksichtigung der Unsicherheiten erfolgt dabei beispielsweise durch die Nutzung von Szenarioverfahren oder die Thematisierung ökologischer Risiken als eigener Forschungsgegenstand.

Aus der im Rahmen des Vorhabens durchgeführten Fragebogenerhebung (FBE 2002) und aus den Diskussionen im Verlauf des Projekt-Workshops in Salza (WS 2002) ergaben sich zusätzlich die im Folgenden wiedergegebenen Aspekte. So gehen die Befragten davon aus, dass die Analyse einfacher linearer Wirkungsketten für die Betrachtung der vorherrschenden komplexen Systeme und Phänomene nicht ausreichend sein kann.

Die Ökosystemforschung trägt entscheidend zum vernetzten Denken und Handeln bei, indem sie (FBE 2002):

- sich der Untersuchung und Modellierung auch nicht-linear reagierender Systeme widmet,
- sich neben den unmittelbaren auch für die indirekten und chronischen Konsequenzen von Umweltveränderungen interessiert,
- anerkennt, dass Fernwirkungen oft bedeutsamer als Nahwirkungen sein können,
- auch komplexe (multiple) Rückkoppelungsmechanismen, die zu Charakteristika wie Selbstorganisation, Emergenz und Hierarchie führen, in ihre Betrachtungen mit einbezieht und

- ökologische Systeme unter den Gesichtspunkten von Stabilität, Instabilität, Katastrophe und Reversibilität untersucht.

Mit diesen Ansätzen besteht die Ökosystemforschung nicht nur in einer (additiven) Zusammenschau einzelner Naturwissenschaften (Physik, Chemie und Biologie), sondern reicht in ihrer Erkenntnis über diese hinaus. Bei gelungener Inter- und Transdisziplinarität¹³ bringt es die Ökosystemforschung zu einer hinreichend umfassenden („holistischen“) Umwelterfassung als Grundlage einer integrativen Umweltbewertung. Ökosystemforschung hat nach Ansicht der meisten im Rahmen des Vorhabens Befragten grundsätzlich interdisziplinäre Denk- und Betrachtungsweisen gefördert, wobei die Interdisziplinarität keineswegs auf die Integration unterschiedlicher naturwissenschaftlicher Disziplinen beschränkt bleibt, sondern ebenso auch die Ingenieur-, Sozial- und Geisteswissenschaften einbeziehen kann und sollte.

Als ein weiterer Aspekt wird genannt, dass die Ökosystemforschung dazu beitrage, das „physiko-chemische“ Paradigma abzulösen, in dem ein Ökosystem primär als „chemische Fabrik“ betrachtet wird. Ein neues Leitbild hingegen betone die Informationsverarbeitung bezüglich der in den Ökosystemen ablaufenden Interaktionen.

Als interdisziplinäres Konzept zur Erforschung komplexer Zusammenhänge hat die Ökosystemforschung weiterhin dazu beigetragen, systemtheoretische, thermodynamische und synergetische Ansätze verstärkt in die Ökologie einzubringen. Gleichzeitig konnten von der Ökosystemforschung Impulse für den Fortschritt der Systemtheorie genutzt werden. Dabei spielt die Nutzung von Simulationsmodellen eine wichtige und stetig an Bedeutung gewinnende Rolle. Hierzu wurden viele Beiträge in der Ökosystemforschung entwickelt, deren Nutzung heute in vielen ökologischen Untersuchungen als Selbstverständlichkeit angenommen wird.

Im Rahmen der Befragungen wurden vier weitere Kriterien genannt, auf deren Grundlage der Einfluss der Ökosystemforschung auf Teile des Wissenschaftssystems abzulesen ist (FBE 2002):

- **Erweiterung des Untersuchungsgegenstandes:**

Im Mittelpunkt der Ökosystemforschung stehen die Umweltkompartimente eines Ökosystems in ihrem Zusammenwirken. Aufgrund der skalenübergreifenden Beziehungsgeflechte sind die Forschungsobjekte der Ökosystemforschung auf unterschiedlichen Maßstabsebenen angeordnet. Auf diesem Wege wurden auch Landschaften und globale Problemfelder zum Gegenstand (integrierter) Betrachtungen und intensiver Untersuchungen auf der Basis des Ökosystem-Konzepts.

Darüber hinaus wurde der Faktor Mensch in zunehmendem Maße als „steuernde Größe“ in die Untersuchungen einbezogen. Diese Erweiterung des Forschungsgegenstandes wurde insbesondere vom MAB-Programm gefördert.

¹³ „Transdisziplinarität“ erweitert die interdisziplinäre Zusammenarbeit um die Einbeziehung nichtwissenschaftlicher Gruppen in die Umweltforschung, zu denen auch die potenziellen Anwender der Forschung gehören können (FRÄNZLE & DASCHKEIT 1997 in KAISER 2002: 119). „Angewandten Forschung“ bezeichnet im Gegensatz hierzu eine Herangehensweise, die zwar an das wissenschaftsexterne Umfeld adressiert ist, aber die entsprechenden Gruppen nicht in die Arbeit miteinbezieht (DEFILIA et al. 1996 in KAISER et al. 2002: 119 und DASCHKEIT 1998).

- **Erweiterung der Untersuchungsansätze:**

Mit der Ausweitung des Untersuchungsgegenstandes ging eine Erweiterung der Untersuchungsansätze einher. Im Verlauf der Ökosystemforschung ist nach Aussage der befragten Wissenschaftler deutlich geworden, dass Messung und Modellbildung parallel (räumlich, zeitlich und unter Einbeziehung unterschiedlicher Ökosystemkomponenten) eingesetzt werden müssen. Im Hinblick auf eher angewandte Fragestellungen ist zunehmend deutlich geworden, dass Ökosystemforschung nur in der Kombination von naturwissenschaftlichem und praktischem Expertenwissen ("local knowledge") zum Erfolg führen kann.

- **Ergänzung der zentralen Zielsetzung der wissenschaftlichen Forschung:**

Die Ökosystemforschung entspringt nicht allein wissenschaftlichen Interessen. Vielmehr werden viele Fragestellungen der Ökosystemforschung aus gesellschaftlichen Notwendigkeiten heraus definiert. Ein wesentliches Ziel der Ökosystemforschung besteht daher nicht nur darin, das Verständnis von den Zusammenhängen zwischen Umweltkompartimenten sowie zwischen Funktion, Struktur und Nutzung von Ökosystemen zu fördern, sondern ebenso auch darin, konkrete Beiträge zu einer nachhaltigen – das heißt in Mitteleuropa regelmäßig „multifunktionalen“ – Nutzung von Ökosystemen zu liefern. Die große Chance der Ökosystemforschung liegt darin, komplexe, angewandte Fragestellungen breit und gut organisiert zu untersuchen.

- **Impulse für die Organisation der Forschung:**

Die Akzentverschiebung gegenüber der klassischen naturwissenschaftlichen Forschung hat auch für die Organisation der Forschung neue und wichtige Impulse gegeben. Aus der Aufgabenstellung der Ökosystemforschung ergibt sich zwangsläufig ein Bedürfnis zur Kooperation verschiedener Fachdisziplinen. So ging mit vielen Ökosystemforschungsvorhaben die Gründung von Forschungsverbünden einher. Z.T. hat sich auch die administrative „Ansiedlung“ der Forschung verändert; im Falle der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer lag die Koordination beispielsweise bei den zuständigen Behörden. Dies hat sicherlich zu einer starken Praxisorientierung der wissenschaftlichen Aktivitäten beigetragen (s. auch „Materialien“ 10, Kap. 10.2.1).

4.2 Beitrag der Ökosystemforschung zum Paradigmenwechsel in der Umweltpolitik

4.2.1 Erfolge der Ökosystemforschung

Auch in Umweltpolitik und Umweltmanagement kommen die Ökosystem-Konzepte vermehrt zum Tragen. Sektorale (ressortgeprägte) Betrachtungen werden zunehmend von interdisziplinären, ressortübergreifenden Ansätzen abgelöst. Die Hinwendung zu einer stärker integrativen Betrachtung und Behandlung von Umweltproblemen wurde gefördert. Die verstärkte Wahrnehmung der hohen Komplexität und Vernetztheit von Umweltproblemen hat bewirkt, dass Lösungen für diese Probleme nicht mehr nur im engen sektoralen und räumlichen Umfeld gesucht und diskutiert werden. Vielmehr ist deutlich geworden, dass sich viele Probleme nur mit integrativen Ansätzen erfolgreich lösen lassen, die - im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung - ökologische, ökonomische und soziale Aspekte gleichsam berücksichtigen. Außerdem prägen zunehmend die Erkenntnisse zum Wert ökosystemarer Güter und Leistungen für das sozio-ökonomische System und das Wissen um die Gefährdung durch den

Verlust dieser „Ecosystem Services“ die Diskussion. Bezüglich der räumlichen Dimension von Umweltproblemen hat die Ökosystemforschung dazu beigetragen, dass die Bedeutung und Tragweite globaler Umweltprobleme stärker in das Bewusstsein politischer Entscheidungsträger gerückt ist (FBE 2002).

Diese geschilderten Tendenzen sind mit einer stärker zielgerichteten Herangehensweise verknüpft, mit der eine Abwendung vom Belastbarkeits-Paradigma hin zu einer transparenten, partizipativen qualitätszielgetragenen Entlastungsstrategie verbunden ist (s. Tab. 4).

Tab. 4a: Konzeptionelle Spannungsfelder zwischen analytischen und synthetisierenden Forschungsansätzen in den Umweltwissenschaften (in Anlehnung an STABA et al. 2001)

Die Forschungsansätze der Ökosystemforschung basieren in vielen Fällen auf den analytischen Konzepten aus der linken Spalte der Tabelle. Es wird aber versucht, diese reduktionistischen Strategien und Erkenntnisse mit Hilfe einer holistischen Methodik (rechts) zu integrieren.	
Analytische Schwerpunkte	Integrative Schwerpunkte
Kurzzeitige Betrachtungen	Langfristige Ausrichtungen
Einskalige Analyse	Mehrskalige, hierarchische Methodik
Verringerung der Komplexität	Einbeziehung der Komplexität
Reduktionistische Methodik (Analyse)	Holistische Methodik (Synthese)
Reversibilität und mechanistische Aspekte	Irreversibilität und systemare Aspekte
Linearität	Nichtlinearität
Periodische Prozesse	Rekursive Prozesse
Kontinuierliche Entwicklungen	Einbezug von Bifurkationen
Homöostase und Stabilität	Steady State und Entwicklung
Ausrichtung auf Gleichgewichte	Zugrundelegung von Ungleichgewichten
Geschlossenheit von Systemen	Offenheit von Systemen
Wirkungsketten	Wirkungsnetze
Starke Kausalität	Weiche Kausalität
Grundsätzliche Vorhersagbarkeit	Grundsätzliche Nicht-Vorhersagbarkeit
Deterministische Grundkonzepte	Probabilistische Grundkonzepte

Tab. 4b: Konzeptionelle Spannungsfelder bei der Entwicklung von Umweltmanagement – Strategien (in Anlehnung an STABA et al. 2001)

Die Entwicklung der Ökosystemforschung wurde bezüglich der Umweltpraxis von einer Tendenz hin zu einer am Nachhaltigkeitsgedanken orientierten Umweltpolitik begleitet. Damit kennzeichnen die Charakteristika in der rechten Spalte in vielen Fällen die Anwendungsstrategien der Ökosystemforschung.	
Sektorale Schwerpunkte	Integrative Schwerpunkte
Umweltpolitik ressortbeschränkt	Umweltpolitik ressortübergreifend
Betrachtung einzelner Umweltsektoren	Betrachtung von Ökosystemen
Disziplinäre Struktur	Inter- und transdisziplinäre Struktur
Einzelproblem-Zentrierung	Zentrierung auf nachhaltige Entwicklung
Einzelstoff-Betrachtungen	Stoffliche und systemare Wirkungsgefüge
Reparative Ausrichtung	Aktive, agierende Ausrichtung
Emissions- und Grenzwert-Orientierung	Qualitäts- und Ziel-Orientierung
Belastbarkeit	Entlastbarkeit, Entwicklungsfähigkeit
Belastungsgrenzwerte	Qualitäts- und Handlungsziele
Gegenpole Ökologie - Ökonomie	Kooperation Ökologie – Ökonomie
Vernachlässigung sozialer Aspekte	Einbeziehung sozialer Aspekte
Zentralistisch ansetzende Steuerung	Partizipation und Transparenz

Aus der Verknüpfung der umweltwissenschaftlichen und umweltpolitischen Entwicklungstendenzen ergibt sich als ein wichtiges Beispiel für die Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik der Trend zu einer verstärkten Erarbeitung von integrierten Ökosystemschutz-Konzepten. Das Objekt des Ökosystemschutzes ist nach ELLENBERG (1973) das Wirkungsgefüge aus Biozönose und Biotop in einem vom Beobachter zu definierenden Raumausschnitt. Die Besonderheit des Ökosystemansatzes liegt folglich in der Bedeutung des Beziehungsgefüges, d.h. in den ökologischen Prozessen und Wechselwirkungen, welche die strukturellen Bestandteile miteinander verbinden. Zu diesen Prozessen zählen z.B. die Vorgänge des Wasser-, Energie- und Stoffhaushalts, die informativen Wechselwirkungen zwischen den Systemelementen sowie die Interaktionen zwischen diesen Prozessgruppen. Ökosystemschutz geht folglich von einer Verknüpfung von Strukturen und Prozessen aus und zielt auf den Schutz der Dynamik, Anpassungsfähigkeit und Organisation des Gesamtsystems. Auf dieser Grundlage wird eine Integration des artenschutzorientierten Naturschutzes mit dem abiotisch geprägten Umwelt- oder Ressourcenschutz angestrebt. Indem sich die Ökosystemforschung den dynamischen und nicht-linearen Prozessen in Ökosystemen angenommen hat, hat sie also insofern wichtige Impulse für die Umweltpolitik und das Umweltmanagement gegeben, als Umweltentwicklung heute stärker als dynamischer Prozess verstanden wird, der sich mit „harten“ Zielen und Einzelmaßnahmen nur bedingt steuern lässt (FBE 2002).

Die folgende Diskussion neuer gesetzlicher Bestimmungen illustriert dieses Bild. Ein wichtiges Instrument, das dem neuen, durch die Ökosystemforschung geprägten Umweltverständnis entspricht, ist die sogenannte ökologische Umweltbeobachtung. Die ökologische Umweltbeobachtung wurde als Gemeinschaftsaufgabe von Bund und Ländern mit der Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) aus dem Frühjahr 2001 erstmalig bundesweit gesetzlich verankert. Auch auf europäischer Ebene gewinnt die ökologische Umweltbeobachtung an Bedeutung. So verpflichtet etwa die SUP-Richtlinie aus dem Sommer 2001 alle Mitgliedstaaten, Umweltauswirkungen infolge der Realisierung von Plänen und Programmen zu überwachen, um „unter anderem frühzeitig unvorhergesehene negative Auswirkungen zu ermitteln und um in der Lage zu sein, geeignete Abhilfemaßnahmen zu schaffen“ (Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie). Gemäß § 12 Abs. 2 BNatSchG ist der „Zweck der ökologischen Umweltbeobachtung [...], den Zustand des Naturhaushalts [Hervorhebung durch die Autoren] und seine Veränderungen, die Folgen solcher Veränderungen, die Einwirkungen auf den Naturhaushalt und die Wirkungen von Umweltschutzmaßnahmen auf den Zustand des Naturhaushalts zu ermitteln, auszuwerten und zu bewerten.“ Wie eng diese Aufgabenstellung mit den angesprochenen Ökosystemschutz-Konzeptionen verknüpft ist, zeigt das nachstehende Zitat. In den Begründungen zum Referentenentwurf der Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes (Begründung zum § 24¹⁴) wird festgestellt: „Nur ein übergreifender, integrierter Ökosystemschutz [Hervorhebung durch die Autoren] unter Einbeziehung von Wechselwirkungen, Wirkungskomplexen, Stoff- und Energieflüssen trägt dem Naturhaushalt insgesamt Rechnung und ist Voraussetzung für die Aufrechterhaltung wesentlicher ökologischer Prozesse und lebenserhaltender Systeme [...].“

Aus dem ersten Paragraphen der gleichen Quelle stammt der folgende Gesetzestext:

¹⁴ <http://www.bmu.de>

„Natur und Landschaft sind auch in Verantwortung für die künftigen Generationen [...] so zu schützen, zu pflegen und, soweit erforderlich, wiederherzustellen, dass

1. die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts,
2. die Regenerationsfähigkeit und nachhaltige Nutzungsfähigkeit der Naturgüter,
3. die Tier- und Pflanzenwelt einschließlich ihrer Lebensstätten und Lebensräume sowie
4. die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft

auf Dauer gesichert sind.“

Im § 10 der Gesetzes-Novelle werden die zentralen Begriffe dieses Entwurfstextes erläutert. Für das hier diskutierte Problemfeld ist es zunächst von besonderer Bedeutung, den Term „Naturhaushalt“ zu analysieren. Er bezieht sich im Sinne des Gesetzes auf „seine Bestandteile Boden, Wasser, Luft, Klima, Tiere und Pflanzen sowie das Wirkungsgefüge [Hervorhebung durch die Autoren] zwischen ihnen.“ Diese Definition kann getrost als eine angepasste Version der ELLENBERG'schen Ökosystemdefinition (s. Kap. 4.1) verstanden werden. Der Naturhaushalt - als erstrangiges Schutzgut - wird folglich erst dann in der geforderten Ganzheit verständlich, wenn die ökosystemaren Elemente und Relationen als Wirkungsgefüge verstanden, analysiert und behandelt werden. Der Schutz des Naturhaushalts ist damit ein Schutz der Elemente, Relationen und der Organisation von Ökosystemen, sprich ein Ökosystemschutz. Eine ähnliche Begriffseinstufung liefert der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 1985): „Als Naturhaushalt bezeichnet man das komplexe Wirkungs- und Beziehungsgefüge, das alle Lebewesen mit ihrer unbelebten Umwelt und auch miteinander verknüpft.“ Auch hier lassen sich die beiden Definitionen zwanglos gleichsetzen: Der Begriff „Naturhaushalt“ impliziert eine ökosystemare Sichtweise auf die uns umgebende Umwelt.

Neben den genannten, konkret fassbaren Einflüssen der Ökosystemforschung auf die nationale Rechtsprechung haben sich die Ergebnisse und Erkenntnisse der Ökosystemforschung auch in den im Folgenden skizzierten nationalen und internationalen Politik- und Managementfeldern niedergeschlagen (FBE 2002).

Neben der grundsätzlichen Förderung des Verständnisses von Umweltproblemen in der Öffentlichkeit hat die Ökosystemforschung konkret zur Herausbildung moderner, dynamik- und prozessorientierter Naturschutzstrategien beigetragen. Diese führten z.B. zur Einrichtung von Großschutzgebieten, in denen zumindest in Teilgebieten der Schutz natürlicher Prozessdynamiken im Vordergrund steht.

Von der Ökosystemforschung wurden auch notwendige wissenschaftliche Grundlagen zur Konzipierung von Schutz- und Managementmaßnahmen geliefert. Hierzu gehören beispielsweise Erkenntnisse zur Schadstoffausbreitung und zu Schadschwellen, die zur Implementierung des Vorsorgeprinzips und zu konkreten (nationalen und internationalen) Aktivitäten u.a. in den Bereichen Luftreinhaltung (wie z.B. UN/ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (1979), Göteborg-Protokoll (1999)) sowie Boden- und Gewässerschutz geführt haben.

Dem aus der Ökosystemforschung erwachsenen Bewusstsein zur Notwendigkeit systemarer Betrachtungen wird außerdem ein relevanter Einfluss auf die Konzeption und Verabschiedung verschiedener internationaler rechtlicher Bestimmungen und Vereinbarungen zugewiesen. So schlägt sich der systemare Ansatz beispielsweise in der EU-Wasserrahmenrichtlinie und der Biodiversitätskonvention („ecosystem approach“) nieder.

4.2.2 Diskussion

Trotz der erwähnten Einflussnahme der Ökosystemforschung auf politische und administrative Festlegungen, Strategien und Entscheidungen dominiert die Auffassung, dass der Einfluss der Ökosystemforschung eher implizit, theoretisch und indirekt erfolgt und zu „kollektiven“ Effekten, z.B. zur Akzeptanz bestimmter Ideen und Zielsetzungen führt. Hierzu gehören u.a. die Verbreitung des Nachhaltigkeitsgedankens, die Stärkung des Bewusstseins um die Notwendigkeit ressortübergreifender und systemarer Ansätze im Umweltschutz sowie die wachsende Erkenntnisbereitschaft über die möglichen Konsequenzen von Umweltnutzungen. Die Potenziale der Ökosystemforschung, konkret fassbare Veränderungen des Politik- und Verwaltungshandelns herbeizuführen, gelten als noch lange nicht ausgeschöpft (FBE 2002).

So vertritt der Gesetzgeber z.T. seit Langem (etwa im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung oder in Landesnaturschutzgesetzen) implizit die Ideen des Ökosystemschatzes, und dieser Ansatz kommt in den aktuellen Entwürfen auch verstärkt zur Geltung. Es muss aber auch angemerkt werden, dass sich die hiermit verbundene Terminologie bisher im diffusen Bereich unbestimmter Rechtsbegriffe oder naturwissenschaftlicher Leerformeln befunden hat, weil keine ausgereiften Vorstellungen zur Konkretisierung der Ziele und Begriffe entwickelt worden sind. Dieser Umstand hatte zur Folge, dass unter dem Dach der „ganzheitlichen“ Forderungen weitgehend sektorale, medienisolierende Ansätze in Forschung und Praxis ausgeführt wurden.

Die Ursache für Umsetzungsprobleme liegt u.a. darin, dass in der Politik- und Verwaltungspraxis vielmals die Ressortgrenzen und die damit verbundene sektorale Trennung der Zuständigkeiten noch nicht überwunden werden konnten. Dies führte zu einer nur ungenügenden Rezeption der wissenschaftlichen Erkenntnisse. Ursachen dafür, dass die ökosystemaren Erkenntnisse bisher nur ansatzweise Eingang in die politische und behördliche Praxis gefunden haben, werden aber auch in den Arbeitsansätzen der Ökosystemforschung selbst gesehen (FBE 2002). So sei es der Ökosystemforschung bislang - von Teilbeiträgen abgesehen – nicht gelungen, umfassende und allgemeingültige Antworten auf drängende Managementfragen zu geben. Nachteilig mag sich hier ausgewirkt haben, dass in der Ökosystemforschung zeitweilig zu stark auf (theorielastige) prozessbasierte Vorhersagemodelle gesetzt wurde, während „empirische“ Verfahren und Erkenntnisse für das Umweltmanagement nicht ausreichend beachtet wurden (ebd.). Die Konzentration auf wenige angewandte Problemtypen (Landnutzung im ländlichen Raum, Waldschäden) verringerte ebenfalls eine breite Einflussnahme. Außerdem wird auch dem Wissenschaftssystem ein gewisser Konservatismus unterstellt, der ein flexibles Eingehen auf die Fragestellungen und Anforderungen von Politik und Verwaltung verhindert (ebd.).

Im Spannungsfeld zwischen den programmatischen Forderungen und der praktizierten Realität gilt es, die Diskussion um eine mögliche Umsetzung hochrangiger Gesetzesforderungen wieder aufzunehmen und zu fördern. Ökosystemschatz-Konzepte können hierbei als verbindende, kommunikative Ebenen zwischen den (notwendigen) sektoralen Arbeitsansätzen sehr hilfreich sein. In diesem Sinne bedarf es gerade im Rahmen nachhaltiger Entwicklungsstrategien einer vertiefenden Berücksichtigung folgender Phänomene:

- indirekte Effekte, Wirkungsketten und Wirkungsnetze: Viele Ergebnisse der Ökosystemforschung weisen darauf hin, dass die Auswirkungen indirekter Effekte (z.B. die Folgen

saurer Niederschläge über den Nährstoffhaushalt des Bodens auf die Pflanzenbestände von Waldökosystemen) viel wirksamer sind als die Folgen direkter Einwirkungen (z.B. die direkte Phytotoxizität saurer Niederschläge). Die Veränderungen wichtiger Ökosystemparameter sind nicht-linear, medienübergreifend und komplex miteinander vernetzt, so dass eine Risikoanalyse nur dann richtige Aussagen liefern kann, wenn die vielfältigen und tiefgreifenden Wirkungsketten berücksichtigt worden sind;

- chronische Effekte: In vielen Fällen treten die Auswirkungen von Eingriffen oder Stoffeinträgen erst nach langer Zeit zutage, weil die Pufferkapazitäten der Ökosysteme für einen gewissen Zeitraum ausreichen, um einen meta-stabilen Zustand zu erhalten (z.B. pH-Puffersysteme von Waldböden). Werden allerdings nach einer ausreichenden Akkumulation die Belastbarkeitsgrenzen der zentralen Komponenten überschritten, so können katastrophale Veränderungen sehr schnell eintreten (z.B. Wurzeltoxizität durch Aluminium nach ausreichend langer Bodenversauerung);
- räumlich verlagerte Effekte: Belastungen richten mitunter in dem direkt belasteten Ökosystem geringe Schäden an, kommen aber in benachbarten Systemen um so kräftiger zur Wirkung. Zum Beispiel verändert eine intensive Güllebewirtschaftung den betroffenen Acker relativ wenig, sie kann aber emissionsbedingt Pflanzenschäden in benachbarten Wäldern (z.B. Ammoniak-Emission), Eutrophierungen in kommunizierenden Gewässern (z.B. oberflächliche Nährstofftransporte) oder Kontaminationen des Grundwassers (z.B. durch Nitratauswaschung) hervorrufen;
- ökologische Prozesse und Beziehungen: Die Betrachtung ökosystemarer Prozesse ist im konventionellen, naturschutzorientierten Umweltmanagement bislang weitgehend zu kurz gekommen. Erst in jüngster Zeit werden die Fragen nach der Bedeutung von Prozessen für die Biodiversität und nach dem Einfluss der Diversität auf das Prozessgeschehen im Ökosystem gestellt. Beide Faktoren können (eigentlich) nicht getrennt voneinander betrachtet werden, denn die Organismen fungieren einerseits als „Prozessoren“ der ökologischen Vorgänge. Die Prozesse des Wasser-, Stoff- und Energiehaushalts geben aber andererseits wichtige Eigenschaften der Standortbedingungen für die Existenz der Organismen vor. Dies gilt auch für den Informationsfluss in ökologischen Systemen, der Vorhandensein und Verteilung der ökologischen Strukturen prägt (z.B. Bedeutung des genetischen Informationsflusses durch Bestäubung oder die Ausbreitung von Propagulen). In diesem Sinne ist eine Verknüpfung von Struktur und Prozess als forschungs- und managementleitende Strategie von besonderer Wichtigkeit;
- ökologische Komplexität und Selbstorganisation: Die Ökosystemforschung hat gezeigt, dass es grundsätzlich möglich und sinnvoll ist, die Komplexität ökologischer Systeme als wichtige Eigenschaft zu beschreiben und zu analysieren. Die Reduktion auf Teilausschnitte kann zum einen methodisch überwunden werden, und zum zweiten ergibt sich aus diesem Schritt die Erschließung neuer Eigenschaften, die allein auf der Ökosystemebene wirken. Diese emergenten Phänomene, die wichtige Aussagen zum Ökosystemzustand erlauben, beziehen sich auf selbstorganisierte Prozesse, deren Bewahrung und Entwicklung eine wichtige Komponente nachhaltiger Landschaftsmanagementstrategien werden sollte.

4.3 Beitrag der Ökosystemforschung zur Formulierung umweltpolitischer Ziele

Umweltpolitische Ziele können von verschiedenen Organisationen und Institutionen mit sehr unterschiedlichen Graden an rechtlicher Verbindlichkeit zur Diskussion gestellt oder beschlossen werden. Die Spanne reicht dabei von konkreten Anforderungen, die über international gültige Verträge in das Umwelt-Völkerrecht eingehen, über die verbindliche – aber meist wenig konkretisierte – Definition von Naturschutz-Leitbildern bis hin zu bloßen Diskussionswerten, die im Vorfeld der Beratung um nationale Grenzwerte eingebracht werden. Zur Systematisierung von Umweltzielsystemen siehe z.B. ARL (1987), FÜRST & KIEMSTEDT (1990), SCHOLLES (1990), FÜRST et al. (1992a und b), PUSTER (1992), ANL (1994), UBA (1994, 2000a), DREIER (1995), SRU (1996), FINCK et al. (1997), REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (1997), ARSU (1998), BECHMANN et al. (1998) sowie KIESLICH & NEUMEYER (2000).

Der Ökosystemforschung wird ein deutlicher – wenn auch meist indirekter – Einfluss auf die Formulierung von Leitbildern und Gesetzen zugesprochen. Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass die Ökosystemforschung die naturwissenschaftlich begründete Umsetzung justizabler Richt- und Grenzwerte unterstützt (FBE 2002). Die Erkenntnisse der Ökosystemforschung haben außerdem wesentlich dazu beigetragen, dass systemare Ansätze als grundsätzliches Paradigma zur Lösung von Umweltproblemen anerkannt werden. Auf die Diskussion um Grenz- und Richtwerte hat die Ökosystemforschung dahingehend Einfluss genommen, dass zunehmend weniger der einzelne Grenzwert als die Funktion des zu schützenden Gesamtsystems bei der Formulierung von Zielen und Leitbildern in den Vordergrund tritt (ebd.).

Wie sich der durch die Ökosystemforschung bedingte Erkenntniszuwachs in der Novelle des BNatSchG niedergeschlagen hat, wurde bereits in Kap. 4.2.1 ausgeführt. (Öko-)systemare Sichtweisen spiegeln sich ebenso auch im Ecosystem Approach der Biodiversitätskonvention (s. Kap. 4.7.1) und im integrierten, ökosystemaren Einzugsgebietsansatz der EU-Wasserrahmenrichtlinie (FBE 2002, WS 2002) wider. Von zentraler Bedeutung in der Wasserrahmenrichtlinie ist, dass nicht administrative Einheiten, sondern Flusseinzugsgebiete als funktionale Einheiten des Landschaftswasserhaushalts die jeweilige räumliche Bezugsebene darstellen und ökologischen Aspekten nunmehr ein deutlich höheres Gewicht beigemessen wird. Ein zumindest indirekter Einfluss der Ökosystemforschung auf die Verabschiedung internationaler Konventionen und Resolutionen wird insbesondere im Bereich der Luftreinhaltung und des Klimaschutzes unterstellt (FBE 2002). Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang vor allem:

- das Montreal Protokoll,
- die Konvention zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen,
- das Kyoto-Protokoll,
- die Genfer Luftreinhaltekonvention,
- die Luftqualitätsrahmenrichtlinie der EU mit ihren Tochtrichtlinien (Übernahme von Critical Level-Werten und stärkere Verankerung des Vorsorgeprinzips, AOT40-Werte),
- die Biodiversitätskonvention (ecosystem approach),
- die Alpenkonvention (medien- und sektorenübergreifende Ziele) und
- die Resolution des Ministeriellen Prozesses zum Schutz der Wälder (MCPFE).

Ökosystemare Ansätze haben mittlerweile in vielfältiger Form auch Eingang in das deutsche Planungsrecht genommen. Dies betrifft verschiedene Planungsinstrumente des Naturschutzrechts wie der Landschaftsplanung, zu der in Kap. 4.4.1 vertiefende Aussagen getroffen werden. Darüber hinaus kommen in den letzten Jahren zunehmend Impulse für ökosystemare Planungsinstrumente von der Europäischen Union, die in Deutschland umgesetzt wurden bzw. in Zukunft umgesetzt werden. Zu nennen ist beispielsweise die projektbezogene Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG, 1985). Die darin enthaltene Verankerung sektorenübergreifender Wirkungsabschätzungen lässt sich auf ökosystemare Kerngedanken zurückführen (WS 2002, s. auch Kap. 4.4.1). Zu nennen sind außerdem die strategische Umweltprüfung (EU SUP-Richtlinie¹⁵ sowie die neue Immissionsschutzgesetzgebung (BImSchG-Novelle infolge der sogenannten IVU-Richtlinie¹⁶, zu Details s. ebenfalls Kap. 4.4.1).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass insbesondere der europäischen Gesetzgebung und in deren Folge auch den nationalen Gesetzgebungen der Mitgliedstaaten in zunehmendem Maße ökosystemare und damit schutzgutübergreifende Konzepte zugrunde gelegt werden und Lösungsansätze gesucht werden, die immer auch das Gesamtsystem und mögliche Problemverlagerungen sowie langfristige Perspektiven und Entwicklungen berücksichtigen.

Auch wenn der Nachweis einer unmittelbaren Einflussnahme der Ökosystemforschung oder gar eines einzelnen Forschungsvorhabens auf die Formulierung von Leitbildern, Gesetzen, Richtlinien, Verordnungen usw. in vielen Fällen nur schwer zu erbringen ist, liegt ein solcher unmittelbarer Zusammenhang in den nachfolgend genannten Beispielen nahe:

- Die Ergebnisse der ökosystemaren Waldschadensforschung haben sich unmittelbar in umweltpolitischen Zieldefinitionen zur Reduzierung der Schwefel- und Stickstoff-Emissionen niedergeschlagen. Sie lieferten anwendungsorientierte Grundlageninformation für die Auslegung der Großfeuerungsanlagenverordnung, der TA Luft und für die Pflicht zur deutschen und EU-weiten Ausrüstung von Kraftfahrzeugen mit Katalysatoren (FBE 2002, WS 2002, s. auch „Materialien“ 10, Kap. 10.2.3).
- Der in der Ökosystemforschung, insbesondere der Waldökosystemforschung, (weiter-) entwickelte Massenbilanzansatz (WS 2002) hat sich - wenn auch in vereinfachter Form - in der Düngeverordnung niedergeschlagen. Die ökosystemare Grundidee des Massenbilanzansatzes liegt auch den im Kyoto-Protokoll vereinbarten Instrumenten zum CO₂-Emissionshandel zu Grunde – also einer internationalen Zielvereinbarung, die bei allen Schwächen doch grundsätzlich auf Einsichten aus globalen atmosphärisch-biogeochemischen Prozessmodellen beruht;
- Von eben solcher Bedeutung ist der ebenfalls aus der Ökosystemforschung kommende „Bioakkumulations- bzw. Biokonzentrationsansatz“. Er wird beispielsweise für die Ermittlung von Schadstoff-Grenzwerten genutzt (WS 2002). Juristische Anwendungen erfolgten u.a. mit den Grundsätzen des Boden- und Gewässerschutzes und im Chemikaliengesetz.

¹⁵ Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme (ABl. EG Nr. L 197/30)

¹⁶ Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (ABl. EG Nr. L 257/26)

- Die Ökosystemforschung in den deutschen Wattenmeeren – insbesondere in Schleswig-Holstein - hat wesentliche Einflüsse auf die Ausgestaltung bzw. Novellierung des Nationalparkgesetzes genommen (WS 2002, s. auch „Materialien“ 10, Kap. 10.2.1).
- In der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer entwickelte Bewertungskriterien sind in die Typisierung der Küstengewässer für die EU-Wasserrahmenrichtlinie eingegangen (FBE 2002).
- Das FAM-Projekt (Forschungsverbund Agrarökosysteme München/Scheyern) hat unmittelbaren Einfluss auf die Ausgestaltung des bayerischen Kulturlandschaftsprogramms (KULAP) genommen (FBE 2002).

Trotz der genannten Beispiele wird darauf hingewiesen, dass der Einfluss der wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschung auf die Verabschiedung insbesondere internationaler Regelungen und Vereinbarungen insofern als limitiert gelten muss, als gerade bei diesen internationalen Verhandlungen politischen Kompromissen zwischen den Verhandlungspartnern ein noch größeres Gewicht zukommt, als dies bei der Diskussion um nationale Gesetze und Zielfestsetzungen der Falle ist. Das bedeutet, gesellschaftliche Meinungen, ethische Vorstellungen und wirtschaftliche Interessen prägen i.d.R. die Verabschiedung internationalen Konventionen mitunter deutlich stärker, als dies Erkenntnisse der Ökosystemforschung kurzfristig vermögen (FBE 2002).

Auch wenn eine derartig begrenzte Einflussnahme der Ökosystemforschung auf die rechtliche Verankerung von Zielen eines Ökosystemschatzes im weitesten Sinne kritisch bemerkt wird, ist jedoch ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass aus grundsätzlichen wissenschaftstheoretischen Gründen empirische Wissenschaft – zu der die Ökosystemforschung gehört – nicht in der Lage ist, gesellschaftliche Zielvorstellungen unmittelbar zu begründen. Dies gilt in vollem Umfang für die Formulierung umweltpolitischer Ziele durch die Ergebnisse der Ökosystemforschung. Dies entbindet die Ökosystemforschung jedoch nicht davon, wissenschaftliche Erkenntnisse so aufzubereiten, dass die legitimierten Entscheidungsträger von der kommunalen bis zur internationalen Ebene in der Lage sind, verantwortliche Zielentscheidungen zu treffen.

4.4 Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung¹⁷

4.4.1 Grundlegendes

Da die Ökosystemforschung u.a. mit dem Ziel entwickelt wurde, über die unterschiedlichen Wissenschaftsbereiche hinweg eine fachübergreifende Kooperation zu schaffen, liegt nahe, dass gerade die Umweltplanung mit ihrem fach- und sektorübergreifenden Regelungsauftrag die Ergebnisse und Erkenntnisse der Ökosystemforschung für ihre Zwecke nutzt. Die „Ökologisierung“ der räumlichen Planung und die Differenzierung der Umweltplanung waren in

¹⁷ Unter dem Oberbegriff „Umweltplanung“ werden hier alle Verfahren verstanden, die dem Oberziel dienen, Umweltbelange – mit welchem Stellenwert auch immer - in systematisierte gesellschaftliche Entscheidungsprozesse einzubringen. Hierzu gehören Planungen wie die Raumordnung, Raumplanung, Regionalplanung und Bauleitplanung sowie vorrangig raumbezogene öffentliche Planungen und Bestandteile von Zulassungsverfahren, deren primäres Ziel Umweltschutz ist, wie z.B. die Landschaftsplanung, Luftreinhaltepläne, Lärminderungspläne, Abwasserbeseitigungspläne, wasserwirtschaftliche Pläne und Umweltverträglichkeitsprüfungen als unselbständiges entscheidungsvorbereitendes Planungsinstrument (vgl. WEILAND 1996). JESSEL & TOBIAS (2002) sprechen synonym von „ökologisch orientierter Planung“.

den 70er Jahren Konsequenz zunehmender Kenntnisse über ökologische Wirkungszusammenhänge und das Bewusstsein, dass diese in Planungsprozessen berücksichtigt werden müssen. Ökosysteme gewannen in dieser Zeit wachsende Bedeutung als räumliche und systematische Bezugseinheiten. Des Weiteren wurden Stoff- und Energie- bzw. Informationsflüsse in und zwischen Ökosystemen als konstituierend für ökosystemare Zusammenhänge erkannt (WEILAND 1996, RUNGE 1998, JESSEL & TOBIAS 2002).

Ökosystemare Ansätze haben insbesondere durch die Verankerung der Leistungsfähigkeit und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes in den Zielen des BNatSchG (s. Kap. 4.2.1) sowie als zentraler Inhalt der Landschaftsplanung und Eingriffsregelung Eingang in die Planung gefunden. Eine besondere Bedeutung haben ökosystemare Ansätze durch die Aufnahme des schutzgutübergreifenden, integrativen Prüfansatzes der UVP erhalten. Umgesetzt ist dieser Ansatz durch die Ergänzung des schutzgutbezogenen Umweltbegriffs um sogenannte Wechselwirkungen (§ 2 Abs.1 Satz 2 UVPG¹⁸). Die Formulierung geht zurück auf die UVP-Richtlinie (85/337/EWG), die diesen ökosystemaren Umweltansatz 1985 in das bis dahin überwiegend medial bzw. sektoral ausgerichtete Umweltrecht eingeführt hat (BALLA & MÜLLER-PFANNENSTIEL 1997, 1998).

Landschaftsplanung: „Die Landschaftsplanung bestimmt die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes in Form verschiedener Naturraum-/Landschaftspotenziale oder –funktionen. Sie behandelt die Wechselwirkungen von Boden, Wasser, Luft, Klima, Pflanzen- und Tierwelt. Die Auswirkungen aller vorhandenen und geplanten Nutzungen auf dieses Wirkungsgefüge sowie die Rückwirkungen auf die Nutzungen werden aufgezeigt. Damit ist die Landschaftsplanung medien- und sektorübergreifend.“ (BMU 1993 in WEILAND 1996: 120)

Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP): Nach § 2 (1) UVPG umfasst die UVP die „Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens auf 1. Menschen, Tiere und Pflanzen, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen 2. Kultur- und sonstige Sachgüter“. Gemäß Nr. 0.6.2.1 UVPVwV ist im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge nach Maßgabe der gesetzlichen Umweltaanforderungen über die Einzelbewertung der UVP-Schutzgüter hinaus eine „medienübergreifende Bewertung zur Berücksichtigung der jeweiligen Wechselwirkungen durchzuführen“.

Strategische Umweltprüfung (SUP): Ziel der SUP-Richtlinie ist gemäß Art. 1, durch die schutzgutübergreifende Umweltprüfung von Plänen und Programmen „im Hinblick auf die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung ein hohes Umweltschutzniveau sicherzustellen“. Inhalt der Prüfung sind gemäß Anhang I, Nr. f SUP-Richtlinie die im Rahmen eines Umweltberichtes zu ermittelnden „voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen“, „einschließlich sekundärer, kumulativer, synergetischer, kurz-, mittel- und langfristiger, ständiger und vorübergehender, positiver und negativer Auswirkungen“, „einschließlich der Auswirkungen auf Aspekte wie die biologische Vielfalt, die Bevölkerung, die Gesundheit des Menschen, Fauna, Flora, Boden, Wasser, Luft, klimatische Faktoren, Sachwerte, das kulturelle Erbe einschließlich der architektonisch wertvollen Bauten und der archäologischen Schätze, die Landschaft und die Wechselbeziehung zwischen den genannten Faktoren“.

IVU-Richtlinie: Die Grundsätze der IVU-Richtlinie, die der integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung durch Industrieanlagen dienen soll, wurden 2001 in das Bundesimmissionsschutzgesetz übernommen. Gemäß § 1 BImSchG ist danach im Rahmen von immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren „die integrierte Vermeidung und Verminderung schädlicher Umweltauswirkungen durch Emissionen in Luft, Wasser und Boden unter Einbeziehung der Abfallwirtschaft, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen“, zu berücksichtigen.

Darüber hinaus haben ökosystemare Denkweisen mit der Diskussion um das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung (WCED 1987) und der zunehmenden Orientierung der Umweltpla-

¹⁸ UVPG 12.2.1990 i.d.F. v. 27.12.1993, BGBl. I, S. 2378

nung an diesem Leitbild einen höheren Stellenwert in der Planung erhalten. Zentrale methodisch-inhaltliche Anforderungen, die mit der Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens verbunden sind, lassen sich nur mit ökosystemaren Ansätzen bewältigen (WEILAND 1996, JESSEL & TOBIAS 2002). Zu diesen methodisch-inhaltlichen Anforderungen gehören:

- die Entwicklung von Zielkonzepten bzw. von Zielen der Umweltqualität;

„Umweltqualitätsziele, Grenzwerte und Standards können nur im Rahmen einer systemischen Betrachtung der ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Interdependenzen festgelegt werden“ (SRU 1994, Tz. 130).

- die Ermittlung der Tragkapazitäten (Carrying Capacity) von Ökosystemen;

Zur Bestimmung der Tragkapazitäten hat der SRU die Weiterentwicklung des Critical Level- und Critical Load-Konzeptes (kritische Konzentrationen und Eintragsraten) empfohlen. Diese kritischen Größen lassen sich lediglich auf der Grundlage ökosystemaren Wissens definieren (SRU 1994, Tz. 183-184).

- die schutzgutübergreifende Analyse und Prognose möglicher Umweltauswirkungen und -risiken (s. Kap. 4.4.2) sowie

Wirkungsanalysen und -prognosen können in der Umweltplanung nicht isoliert auf einzelne Schutzgüter beschränkt werden, da sonst indirekte Umwelteffekte gänzlich vernachlässigt würden. Zunehmend wird daher in der Praxis versucht, indirekte Auswirkungen über die Betrachtung von Wirkungsketten oder -netzen sowie durch szenarienhafte Prognosemethoden zu erfassen und konkret zu prognostizieren (z.B. JESSEL 2000, BALLA & MÜLLER-PFANNENSTIEL 2002). Für die Planung wesentlich ist die Ermittlung eindeutiger Ursache-Wirkungsbeziehungen. Gerade die Komplexität ökologischer Zusammenhänge führt dazu, dass die Anwendung komplexer Prognosemodelle häufig nicht zu eindeutigen Ergebnissen führt und die Fehleranfälligkeit der Ergebnisse steigt (u.a. JESSEL 2000).

- die Erstellung von Umwelt- oder Ökobilanzen.

Die seit Längerem in der Diskussion befindlichen Umwelt- und Ökobilanzen, d.h. die Analyse von regionalen, betrieblichen oder produktbezogenen Flächenbilanzen, Stoff- und Energieflüssen, sind für die Steuerung des Ressourcenverbrauchs und die Verteilung ökologischer Lasten relevant. Bilanzierungsansätze gehen grundsätzlich von einem Systemverständnis der Umwelt aus (WEILAND 1996).

Die systemare Perspektive, welche die Ökosystemforschung eröffnet hat, hat in der Planung dazu beigetragen, dass

- systemische Betrachtungen gegenüber einzelproblem-zentrierten Planungen an Bedeutung gewinnen,
- Systeme auch mit großer räumlicher Ausdehnung analysiert und beplant werden (FBE 2002).

Die Ökosystemforschung gab und gibt (Teil-)Antworten auf Fragen, die im planerischen Tagesgeschäft nicht zu bewältigen waren bzw. sind und unterstützt die planerische Tätigkeit in methodischer und technischer Hinsicht (FBE 2002). Der enge inhaltliche und methodische Zusammenhang von Ökosystemforschung und Planung bzw. Umsetzung hat sich in zahlreichen Forschungsvorhaben insofern positiv niedergeschlagen, als Forschungsergebnisse unmittelbaren Einfluss auf planerische (und politische) Entscheidungen in den Forschungsgebieten genommen haben. Diesen Erfolg können übrigens keineswegs nur die als „anwendungsorientiert“ deklarierten Vorhaben für sich verbuchen, sondern auch zahlreiche grundlagenorientierte Forschungen, die - entgegen der Erwartungen zum Beginn der Forschung - praxisrelevante Aussagen geliefert haben. Dies gilt z.B. für das Solling-Projekt (WS 2002).

Ökosystemforschungsvorhaben haben u.a. konkrete Beiträge für die folgenden Arbeitsfelder der Planung geliefert:

- zur Ausweisung und Planung von Schutzgebieten;

Die Erstellung des Nationalparkplans Berchtesgaden erfolgte im Wesentlichen auf der Basis umfangreicher Grundlagendaten aus der MAB 6-Forschung und unter Nutzung eines ebenfalls im Rahmen der Ökosystemforschung etablierten GIS (WS 2002). Mit Hilfe der Daten wurden Karten zur Bestandsaufnahme und Bewertung der natürlichen Ressourcen und ihrer Nutzung erstellt, und es wurde über die Zonierung von Nationalpark und Biosphärenreservat entschieden.

Aus der Ökosystemforschung im schleswig-holsteinischen Wattenmeer stammen ökologische und vor allem ornithologische Informationen, die für die Anlage und Änderung von Wegeführungen im Nationalpark sowie für sozioökonomische Studien über die künftigen Nutzungen durch Fischerei und Tourismus von großer Bedeutung waren (WS 2002, s. auch „Materialien“ 10, Kap. 10.2.1).

Im Rahmen der Ökosystemforschung im niedersächsischen Wattenmeer wurden mit Hilfe von Luftbildinterpretationen und Biotopklassifizierungen umfangreiche Analysen zu den Nutzungen und Belastungen des Nationalparkgebiets durchgeführt, die u.a. die Grundlagen für ein Miesmuschelmanagement, für die Ausweisung einer Schweinswal-Schutzzone, für das Vorlandmanagement und die Linderung von Konflikten zwischen Besuchern und Brutvögeln geliefert haben (WS 2002).

- zur einheitlichen naturwissenschaftlichen Klassifikation von Ökosystemen und zum nachhaltigen Management von Ökosystemen sowie zur Lösung von Nutzungskonflikten (Entwicklungsplanung);

Modellierungsergebnisse aus dem WET I3-Projekt wurden beispielsweise in die Überarbeitung des Masterplans für die Lagune von Venedig einbezogen. Die Ökosystemforschung in den Everglades hat wichtige Beiträge zum Management des Wasserhaushaltes in diesem Raum geliefert, und die Waldökosystemforschung hat wichtige Hinweise zur Realisierung von Planungen und zur Konzipierung von Managementeingriffen in Waldökosysteme wie z.B. zur Durchführung von Kompensationskalkulationen und zum Waldumbau insbesondere in Richtung naturnäherer Waldformen geliefert (s. auch „Materialien“ 19, Kap. 10.2.3). Die Wattenmeerökosystemforschung in Schleswig-Holstein hat konkret zur Ausarbeitung des Schleswig-Holsteinischen Miesmuschelfischereiprogramms, des Besucherlenkungskonzeptes sowie zur Ausgestaltung des Vorlandmanagements in Abstimmung zwischen dem Landwirtschaftsministerium und dem Nationalparkamt geführt (FBE 2002, s. auch „Materialien“ 10, Kap. 10.2.1).

Die Entwicklung eines praxistauglichen systemübergreifenden Bewertungssystems in Bezug auf die Ziele des Programms war von Beginn an Fokus der Forschungen zum Niedermoorprogramm Schleswig-Holsteins.

- zur Umweltfolgenabschätzung.

Im Rahmen der Verfahrensinstrumente zur Umweltfolgenabschätzung (UVP, Eingriffsregelung, FFH-Verträglichkeitsprüfung) wird zur Abbildung von Umweltauswirkungen/-beeinträchtigungen auf den Modellierungsansatz von Ursache-Wirkungshypothesen (u.a. SCHÖNTHALER et al. 2003) zurückgegriffen. Zur Abbildung von ökosystemaren Zusammenhängen kommen bei der Wirkungsabschätzung Wirkungsketten und Wirkungsnetze zum Einsatz (MÜLLER 1995, BALLA & MÜLLER-PFANNENSTIEL 2002). Diese bauen auf der systematischen Abbildung mehrpoliger Wirkungsverkettungen auf, die erstmals im Rahmen eines Gutachtens zur Umweltverträglichkeit der BAB A 4 („Rothaargebirgsautobahn“, KIEMSTEDT et al. 1980a und 1980b, 1982) angewendet wurden. Ziel war eine „ökologische, d.h. übergreifende und systemhafte Betrachtungsweise“, die u.a. auch „Prozessabläufe und Kettenreaktionen in natürlichen Ökosystemen und Teilsystemen“ (KIEMSTEDT et al. 1980a, 1980b) berücksichtigt.

4.4.2 Bedeutung der Ökosystemforschung für die (Weiter-)Entwicklung und Anwendung von Planungsmethoden

Im Rahmen von Ökosystemforschungsvorhaben sind methodische Instrumentarien zur Beschreibung und Bewertung von Ökosystemen und ihrer Nutzung sowie zur Prognose von Veränderungen entwickelt, angeregt und/oder verbessert worden. Hierzu gehören u.a.:

- die Ökologische Wirkungsanalyse;

Die Verfahren der Ökologischen Wirkungsanalyse, die heute in ihrer Grundform bei Landschaftspflegerischen Begleitplänen, Landschaftsplanungen und Umweltverträglichkeitsstudien Anwendung finden, wurde u.a. im Rahmen des MAB 11-Projektes „Unterrhein-Studie“ (oder auch als „Sensitivitätsmodell“ bekannt geworden, UVF 1980) entwickelt. Das Ziel des deutschen MAB 11-Projektes war es, Beiträge zur Vermeidung negativer Wechselwirkungen zwischen wirtschaftlichen Aktivitäten und den natürlichen Ressourcen in der Region Frankfurt/Unterrhein durch geeignete Raumplanung zu liefern. Zur Entwicklung einer sozio-ökonomisch und ökologisch fundierten Entwicklungsplanung wurden quantifizierbare Systemelemente in Matrizes zusammengestellt. Das auf der Grundlage dieser Matrizes entstandene „System-Dynamica-Modell“ wurde mit einem rechnergestützten rückgekoppelten Simulationsmodell für die Prognose von Entwicklungsalternativen von Regionen hinterlegt. Das Modell sollte Planern und Planerinnen erlauben, „einen menschlichen Lebensraum als biokybernetisches System zu verstehen und daraus Entscheidungshilfen zu gewinnen, die geeignet sind, die Überlebensfähigkeit des betrachteten System zu erhöhen“ (DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE 1978 in WEILAND 1996: 117). In der Planung haben sich die komplexen und computergestützten ökologischen Wirkungsanalysen allerdings nicht durchgesetzt, da der notwendige Aufwand häufig zu groß ist und in keinem guten Verhältnis zu den planerisch verwertbaren Aussagen steht. Im Rahmen der Planung werden vielmehr einfache „Ursache-Wirkung-Betroffener-Beziehungen“ als Grundlage für die Ableitung von relevanten Umweltfolgen verwendet und individuell inhaltlich begründet.

- die Entwicklung von Verfahren der Risikobewertung;

Die Ökologische Risikoanalyse (BIERHALS et al. 1974, BACHFISCHER 1978) ist aus streng formalisierten systemtechnischen Bewertungsverfahren wie der Nutzwertanalyse zunächst für die Raumplanung entwickelt worden und wurde dann zu einem wesentlichen methodischen Bestandteil von Umweltverträglichkeitsprüfungen (RUNGE 1999). Die Ökologische Risikoanalyse verknüpft die Empfindlichkeit der Schutzgüter des Naturhaushaltes mit der Beeinträchtigungsintensität vorhandener oder geplanter Nutzungen bzw. Vorhaben im Planungsgebiet und leitet daraus in verallgemeinerter Form ein „ökologisches Risiko“ ab. Der Ansatz besitzt eine relativ einfache Struktur und ordinale Skalierungen, um insbesondere die lückenhafte Informationslage über landschafts-ökologische Systemzusammenhänge und Prozessabläufe sowie die Problematik der nicht direkt messbaren „weichen“ ökologischen Daten, die aus sachlogischen Gründen nicht durch mathematische Rechenoperationen miteinander kombiniert werden sollten, berücksichtigen zu können.

Im WAVES-Projekt wurden mit dem WAVES-MODEL Möglichkeiten zu multithematischen Abfragen geschaffen, die sich auch auf Risikoaspekte im langfristigen Rahmen nachhaltiger Entwicklung beziehen (FBE 2002).

- das Konzept der Naturraumpotenziale;

Der Begriff der „partiellen Natur(raum-)potenziale“ wurde ausgehend von dem Neef'schen „gebietswirtschaftlichen Potenzial“ (NEEF 1966 in SCHREIBER 1985: 10) von HAASE (1976 in ebd., HAASE 1978) entwickelt. Zu den Natur(raum-)potenzialen gehören das biotische Ertragspotenzial, das Wasser-, das Entsorgungs-, das biotische Regulations-, das Rohstoff-, Bbauungs- und Rekreationspotenzial. Das Konzept des Naturraumpotenzials fand – wenn auch in häufig modifizierter Form – eine rasche Berücksichtigung in verschiedensten Planungen, ohne dass immer auf die Originalliteratur Bezug genommen wurde (ZEPP 1994). Weiterentwicklungen erfolgten u.a. durch MANNSFELD 1979 und 1983 (in SCHREIBER 1985: 10), BIERHALS 1978 (in WEILAND 1996: 120) sowie BACHFISCHER et al. 1977 und SCHEMEL 1978 (beide in ZEPP 1994: 106). Eine umfangreiche Sammlung von Bewertungsverfahren für einzelne „landschaftshaushaltliche Potenziale und Funktionen“ wurde von MARKS et al. (1989) vorgelegt. Konzept und Terminologie der Naturraumpotenziale sind trotz großer Verbreitung nicht unumstritten (z.B. ECKEBRECHT 1996).

- modellgestützte Szenariotechniken, die in Verbindung mit GIS auf verschiedenen Maßstabsebenen für die Planung eingesetzt werden können;

Im Rahmen der Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette wurden, z.T. mit Unterstützung von WASMOD/STOMOD Landnutzungsszenarien ausgearbeitet und in Aspekten ihrer ökosystemaren Wirkung analysiert. Die Szenarien thematisieren gegenläufige, politikrelevante Trends in der Agrarentwicklung (Förderung „kleinbäuerlicher“ Landwirtschaft versus „Weltmarkt-Szenario“, MEYER 2000), die Auswirkung umweltpolitischer Maßnahmen (Stickstoffsteuer, DIBBERN 2000) oder des globalen Klimawandels (HÖRMANN 1995, HERBST & HÖRMANN 1998). Weiterhin wurden konzeptionelle Grundlagen für eine modell-gestützte, diskursive Leitbild- und Indikatorenentwicklung für das nachhaltige Landschaftsmanagement entwickelt, die auf der Szenariotechnik aufbauen (BARKMANN 2001, 2002; vgl. WIEGLEB 1997).

Die MAB 6-Forschung hat in den folgenden Teilprojekten Szenariotechniken diskutiert und für ausgewählte Fragestellungen in Form von Fallstudien Entwicklungsszenarien erstellt (LORCH et al. 1995):

- Schweizer MAB 6-Forschung: Szenario „Tourismusentwicklung in Grindelwald“, Szenario „Tourismusentwicklung in Pays-d'Enhaut“, Nutzungsszenarien Davos;
- deutsche MAB 6-Forschung: Szenarien zu alternativen Planungen im Rahmen der Olympischen Winterspiele 1992 (DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB 1986), Szenarien zu alternativen Verkehrskonzepten ebenfalls im Hinblick auf mögliche Winterspiele (KERNER et al. 1991), Szenarien zu den Wirkungen von Luftreinhaltemaßnahmen auf Fortschritte und Ausmaß des Waldsterbens (ebd.), Szenarien zur Berglandwirtschaft im Alpenpark Berchtesgaden (KERNER & SPANDAU 1990).

Am Ökologie-Zentrum Kiel wurde die Anwendbarkeit der entwickelten Modelle anhand eines Landschaftsplans für die Gemeinde Belau geprüft. Hierbei basieren die Empfehlungen auf Szenarien der differenzierten Nutzungsintensität unter besonderer Berücksichtigung ökonomischer Konsequenzen.

- die Diskussion um Zielhierarchien, d.h. die systematische Ableitung von Leitbildern, Umweltqualitätszielen (UQZ), Umweltqualitätsstandards (UST) und Umwelthandlungszielen (WS 2002);

Für die 90er Jahre wurden für die MAB-Programme zur Ergänzung der bis dahin gültigen Aufgabenfelder vier neue Forschungsrichtungen eingeschlagen (HEINZ 1988). Hierzu gehörte u.a. die Herstellung von Wertungsbezügen, d.h. die Formulierung von Umweltqualitätszielen. Im MAB 6-Projekt Berchtesgaden konnte noch während der Projektlaufzeit Bezug auf diesen neuen Aufgabenbereich genommen werden. Als weitere Methodenbausteine wurden Techniken zur nachvollziehbaren Herleitung von UQZ, UST und „Ökologischen Eckwerten“ entwickelt. Neben diesen theoretischen Überlegungen wurde anhand eines Fallbeispiels im Medienbereich Wasser die Umsetzung von UQZ und UST im Untersuchungsgebiet thematisiert (DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB 1983, KERNER et al. 1991, SPANDAU et al. 1990). In der Schweizer MAB 6-Forschung hat insbesondere der Einsatz des Simulationsmodells Pays-d'Enhaut eine regionale Zieldiskussion angeregt.

Die Diskussion um Zielsysteme im Rahmen der MAB 6-Forschung hatte unmittelbare Auswirkungen auf die Nationalparkplanung sowie die Vorarbeiten zur Erarbeitung eines Rahmenkonzeptes für das Biosphärenreservat Berchtesgaden. Hier wurden – aufbauend auf der MAB 6-Philosophie – Zielsysteme entwickelt (SCHÖNTHALER et al. 1994, D'OLEIRE-OLTMANN 1997).

In der dritten Phase der Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seen bildete die Diskussion um wissenschaftstheoretisch einwandfreie, die Kenntnisse der Ökosystemforschung optimal nutzende Verfahren zur Aufstellung von Zielsystemen einen Schwerpunkt der Arbeit (PZÖ 1996). Ebenso wie in der Zusammenarbeit der Kieler Ökosystemforschung in interdisziplinären Projekten zu „Makroindikatoren des Umweltzustandes“ wird eine Strategie der prozeduralen Rationalität und Legitimität für die Leitbildentwicklung verfolgt (STABA et al. 2002, BARKMANN 2001, 2002).

- die Entwicklung und Nutzung von Indikatoren zur Qualifizierung und Quantifizierung von Ökosystemfunktionen (FBE 2002, s. Kap. 4.5.2);

- die Entwicklung geostatistischer Verfahren, mit deren Hilfe Daten räumlich verallgemeinert werden können (FBE 2002).

Die Entwicklung und der Umgang mit den genannten Instrumenten hat insofern Einflüsse auf die Planung genommen, als das ökosystemare Denken in Wirkungsstrukturen und -netzen von der Planung adaptiert wurde (WS 2002) und die Methoden z.T. Eingang in den Planungsprozess gefunden haben. So gehört beispielsweise eine nachvollziehbare Ableitung planerischer Aussagen auf der Grundlage von Zielsystemen zum methodischen Standardrepertoire in der Umweltplanung. Vergleichbares gilt für die Arbeit mit Indikatoren. Als problematischer in der Anwendung erweisen sich insbesondere modellgestützte Verfahren z.B. zur Szenarienentwicklung. Dies liegt in der z.T. noch immer unzureichenden Praxisreife von Modellen begründet (s. Kap. 4.4.3).

4.4.3 Bedeutung der Ökosystemforschung für die Anwendung technischer Hilfsmittel in der Umweltplanung

Ein wesentliches Resultat der Ökosystemforschung bestand in der (Weiter-)entwicklung technischer Hilfsmittel für die Erzeugung, Aufbereitung und Haltung von Daten. Die Umweltplanung profitiert von diesen Ergebnissen u.a.

- über die flächendeckende Einführung von GIS und in der kompetenten fachlichen Nutzung dieser Systeme (z.B. in Form von Verschneidungstechniken, WS 2002): GIS sind geeignete Instrumente zur Schaffung einer einheitlichen Integrationsebene zur Verarbeitung auch sehr heterogener Informationsobjekte (HOSENFELD 1999: 143). Sie bieten außerdem – gegenüber konventionellen planerischen Werkzeugen – u.a. den Vorteil einer flexiblen Kartographie, einer schnellen Anpassung von Analyse-, Bewertungs- und Planungsergebnissen an neue Erkenntnisse, eine verhältnismäßig wenig aufwändige Dokumentation von Zwischenständen und eine Verbesserung der Überzeugungskraft durch eine wirkungsvollere Präsentation (ZÖLITZ-MÖLLER 1999: 188);

Im Rahmen der MAB 6-Forschung in Berchtesgaden wurde ein umfangreiches GIS aufgebaut und im Zuge der Forschungen mit Daten bestückt. Dieses GIS wurde auch nach Abschluss der Forschungsarbeiten 1994 in der Nationalparkverwaltung gepflegt und weiterentwickelt und bildete die wesentliche Grundlage für die im Jahr 1995 aufgenommenen Arbeiten zur Erstellung des Nationalparkplans (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 2001).

- über die Anwendung verbesserter Methoden und Techniken zur Aufbereitung und Nutzung raumbezogener Daten aus Kartierungen sowie die Erzeugung neuer, z.T. aufwändig zu erhebender Daten z.B. aus luftbild- oder satellitenbildgestützten Kartierungen (FBE 2002);
- über eine grundsätzliche Verbesserung der Datenverwaltung und -exploration (FBE 2002) sowie
- über den Einsatz von Modellierungstechniken, insbesondere die GIS-Modellkopplung.

Der letzte Punkt ist insofern besonders wichtig, als sich viele der heute auch gesetzlich verankerten Planungsaufgaben sinnvoll nur noch mit dem Einsatz von GIS und Modellen bewältigen lassen. Modelle können in sehr unterschiedlicher Form Einsatz in der Planung finden:

- als Konzept- oder Gedankenmodelle, mit denen die wichtigsten Teilsysteme und Prozesse eines Ökosystems sowie die qualitativen Beziehungen zwischen den Objekten dargestellt werden;

Ein solches Konzeptmodell ist z.B. das sogenannte „Messerli-Schema“ (MESSERLI & MESSERLI 1979), das im Rahmen der MAB 6-Forschung entwickelt wurde und das Zusammenwirken sozio-ökonomischer und ökologischer Prozesse und Wechselwirkungen in einem Mensch-Umwelt-System skizziert. Das Messerli-Schema hat die Denkweisen in der Planung stark beeinflusst (WS 2002).

- als regelbasierte Modelle (Entscheidungsunterstützungssysteme, „Decision Support Systems“), die zu einem Problemkreis das Wissen von Fachleuten in einer abgreifbaren, strukturierten Wissensbasis bereithalten (HEINRICH 1999: 112) und
- mathematische Modelle, innerhalb derer die Beziehungen zwischen einzelnen Objekten oder Größen quantifiziert sind. Zu ihnen gehören die verschiedenen Arten von prozess- oder ereignisbasierten Simulationsmodellen,
- GIS-Modelle: auch die Repräsentation räumlicher Gegebenheiten in einem Geographischen Informationssystem ist ein Modell. Die Integration von GIS und Simulations- bzw. regelbasierten Modellen stellt derzeit ein intensives Forschungsfeld dar (LAUSCH 2003).

Dass Modelle als brauchbare Instrumente auch in der Planung einen verstärkten Einsatz finden sollten, gilt als unumstritten.

Insbesondere mechanistische, prozessorientierte Modelle sind häufig das einzige Mittel, quantitative sowie szenarische und prognostische Aussagen zu treffen und empirisches Wissen auf andere Zeit- und Raumebenen zu übertragen. Oft können erst durch derartige Übertragungen Aussageleistungen erbracht werden, die über die reinen Forschungsergebnisse hinaus eine Relevanz für die politische und planerische Entscheidungsfindung besitzen.

Ebenso unbestritten ist, dass die ökologische Modellierung in Teilbereichen mittlerweile einen sehr hohen Stand erreicht hat. Dennoch besteht noch immer eine große Diskrepanz zwischen der Vielzahl verfügbarer ökologischer Modelle und ihrem Einsatz in der Planungspraxis (HEINRICH 1999: 115).

Die Gründe dafür, dass das Potenzial von Modellen als bei Weitem nicht ausgeschöpft gelten muss, sind vielfältig:

- Mangel an verfügbaren Daten zur Parametrisierung der Modelle (u.a. ZÖLITZ-MÖLLER 1994, GOODCHILD et al. 1996)¹⁹,

Dies gilt in besonderem Maße für hoch parametrisierte Computermodele, die sich mitunter schnell in schematisch angewandten Algorithmen erschöpfen, „monströse“ und realitätsferne Dimensionen annehmen und gegenüber Empirie und Experiment oftmals weit überschätzt werden (FBE 2002).

Aber auch für vergleichsweise einfache Modelle sind immer wieder Parametrisierungsprobleme deutlich gemacht worden. So haben MEYER et al. (1999) am Beispiel des einfachen auf der USLE (Universal Soil Loss Equation, WISCHMEIER & SMITH 1965) bzw. der ABAG (Allgemeine Bodenabtragsgleichung, SCHWERTMANN et al. 1987) basierenden Bodenerosionsmodells nachgewiesen, dass eine z.T. erhebliche Diskrepanz zwischen dem für die Parametrisierung der einzelnen ABAG-Faktoren erforderlichen Datenbedarf und den i.d.R. verfügbaren flächenhaften Daten be-

¹⁹ Im Vergleich zur Situation in den Vereinigten Staaten ist darauf hinzuweisen, dass dort alle Daten, die von Bundesbehörden erhoben und bearbeitet wurden, grundsätzlich frei zugänglich sind. Wichtige – grundsätzlich vorhandene – Datengrundlagen beispielsweise zu Wetter und Klima, zur Bodenbeschaffenheit oder zur Landnutzung sind in Deutschland hingegen nicht frei oder überhaupt nicht zugänglich.

steht. Insbesondere die erforderliche zeitliche und räumliche Auflösung der Daten kann zumeist nicht sichergestellt werden. Daraus folgern MEYER et al. (1999) jedoch keineswegs, dass auf den Modelleinsatz verzichtet werden muss, sondern vielmehr eine differenzierte Bewertung der Modellierungsergebnisse in Abhängigkeit von den Unzulänglichkeiten und Vereinfachungen bei der Parameteraufbereitung erforderlich ist.

- die z.T. unklare Information über die tatsächliche Leistungsfähigkeit/Aussagekraft von Modellen,

Von Anwenderseite wird Modellen insbesondere dann Misstrauen entgegengebracht, wenn es an klaren Aussagen zu den prognostischen Qualität der Modellergebnisse fehlt oder die Zuverlässigkeit dieser Aussagen unter Berufung auf konträre wissenschaftliche Expertise als zu gering kritisiert wird²⁰.

- die i.d.R. noch wenig benutzerfreundliche Aufbereitung von Modellen, d.h. viele der bislang in der Ökosystemforschung entwickelten Modelle sind zwar praxis- und planungsrelevant, jedoch noch nicht tatsächlich anwendungstauglich (WS 2002); es fehlt zumeist an Benutzeroberflächen oder Handbüchern, die eine Anwendung durch Dritte ermöglichen,
- ein fehlender Überblick der Planer über die Vielfalt verfügbarer Modelle, denn es fehlt an einer konsequenten Registrierung und Dokumentation von Modellen (ERNST et al. 1997),
- Mangel an entsprechend ausgebildetem Personal in Planungsbüros, dem es möglich ist, Modelle effektiv einzusetzen.

Aus planerischer Sicht ist darüber hinaus darauf hinzuweisen, dass – insbesondere mit Blick auf die hohen methodischen Anforderungen der UVP – für zahlreiche sachliche Teilbereiche mathematische Simulationsmodelle zur Verfügung stehen, die auch in der UVP Anwendung finden könnten (z.B. Grundwasserströmungsmodelle, Lärm- und Schadstoffausbreitungsmodelle, Modelle der Populationsdynamik für einzelne Tierarten, Stoffhaushaltsmodelle). Die Probleme dieser Modelle im Hinblick auf die Anwendung zur Prognose komplexer ökosystemarer Projektwirkungen liegen aber darin, dass teilweise nur eng begrenzte Wirkstrecken berücksichtigt werden und teilweise zu hohe Anforderungen an das Datenmaterial gestellt werden. Versuche, große fachübergreifende UVP-Simulationsmodelle zu erstellen, sind bisher jedoch durchweg fehlgeschlagen (MUNN 1983 in RUNGE 1998: 175).

4.4.4 Diskussion

Trotz der positiven Beispiele einer erfolgreichen Transformation von Forschungsergebnissen in die Umweltplanung besteht an der Schnittstelle Forschung – Planung noch erheblicher

²⁰ Von Anwenderseite werden um so höhere Ansprüche an die Vorhersagequalität von Modellen gestellt, je stärker die auf den Modellierungsergebnissen aufbauenden politischen, administrativen oder planerischen Entscheidungen in Freiheitsrechte oder Eigentumsrechte eingreifen. Wenn aber eine nach dem anerkannten Stand der Wissenschaft vorgenommene Modellierung schwerste Störungen der Mensch-Umweltbeziehung prognostiziert, so können diese Modellaussagen durchaus auch bei nicht abschätzbarer Vorhersagequalität unter dem Gesichtspunkt der Umwelt- und Ressourcenvorsorge entschieden Handeln rechtfertigen. Denn in der umweltrechtlichen Literatur und Rechtsprechung ist ein staatliches Regelungsrecht auf Basis des Vorsorgeprinzips selbst für den Fall eines gerade noch argumentativ abstützbaren „Besorgnispotenzials“ etabliert (BENDER et al. 1995). Strategien zum Umgang mit verschiedenartigen Umwelttrisiken, zu denen je unterschiedlich gute Modellaussagen vorliegen, zeigt der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen auf (WBGU 199). Innerhalb der deutschen Ökosystemforschung wurden entsprechende „akzeptorseitige“ Strategien zur Risikovorsorge entwickelt, die explizit von einer unzureichenden langfristigen Modellierungsfähigkeit der Mensch-Umweltbeziehung angesichts wachsender ökologischer Belastungen ausgehen (MÜLLER 1998, BARKMANN et al. 2001, KUTSCH et al. 2001, siehe auch Kap. 4.7.3).

Entwicklungsbedarf (NEEF 1967, DURWEN et al. 1980, ZÖLITZ-MÖLLER 1994, RASSMUS et al. 2001). So konnten die in Kap. 4.4.1 zitierten gesetzlichen Anforderungen an die Verankerung eines ökosystemaren Ansatzes in der Landschaftsplanung und der Umweltverträglichkeitsprüfung – auch aufgrund fehlender wissenschaftlicher Erkenntnisse - bisher nicht befriedigend eingelöst werden. Neben den im Folgenden genannten Gründen ist hierfür auch das Fehlen einer umfassenden Operationalisierung der Begriffe „Naturhaushalt“ und „Wechselwirkungen“ verantwortlich (KLEYER et al. 1992, ZEPP 1994, WEILAND 1996).

Ökosystemforschung und Planung arbeiten unter vergleichsweise streng definierten Rahmenbedingungen (s. Abb. 3). Ökosystemforschungsvorhaben stehen stets unter dem Druck, innerhalb eines begrenzten Zeit- und Kostenrahmens die den Ökosystemen eigene Komplexität zu bearbeiten. Da Vereinfachungen von Betrachtungen von Forscherseite vielfach als unsachgemäß eingestuft werden, muss zwangsläufig eine starke Selektion der Untersuchungsgegenstände vorgenommen werden.

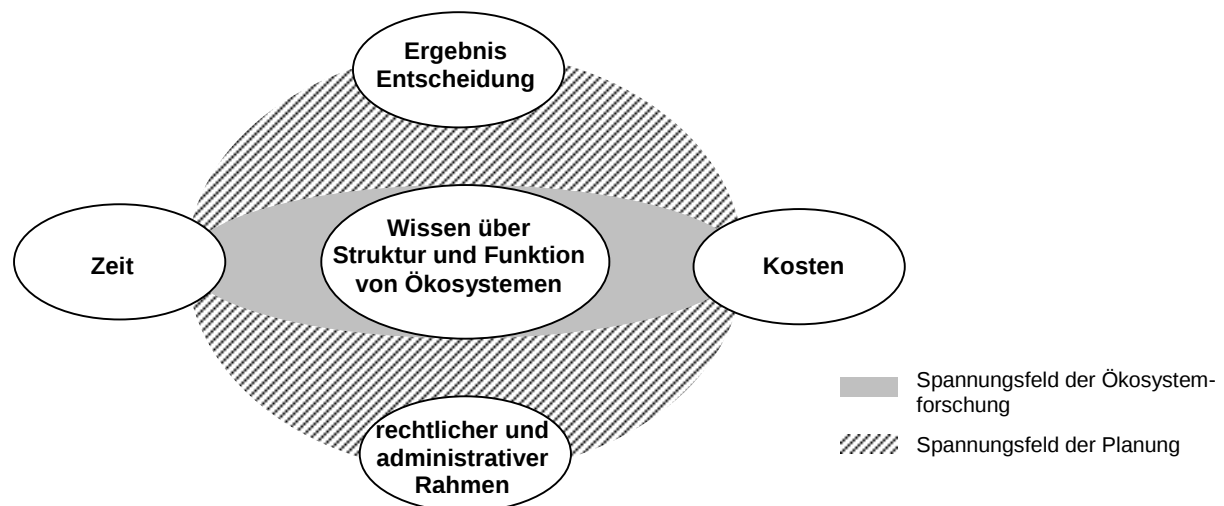


Abb. 3: Spannungsfeld der Ökosystemforschung und Planung im Vergleich

Planung arbeitet in einem noch komplexeren Spannungsfeld, eingeengt zwischen:

- Zeitdruck;

aufgrund praktischer Probleme oder bedingt durch die politischen Rahmenbedingungen entsteht vielfach für die Planer ein kontraproduktiver Zeitdruck, der eine umfangreiche Sichtung und adäquate Berücksichtigung von Forschungserkenntnissen sowie deren Umsetzung im Planungsprozess nicht zulässt (ZÖLITZ-MÖLLER 1994);
- Finanzierungsengpässen (u.a. BALLA & MÜLLER-PFANNENSTIEL 2002);
- einem vergleichsweise starren rechtlichen und administrativen Rahmen:

die Planer sind eingebunden in Vorgaben von Gesetzen und Verordnungen. Das hat zur Konsequenz, dass die Nachfrage nach ökosystemaren Erkenntnissen und Arbeitshilfen überwiegend auf normiertes, bewährtes, juristisch tragfähiges Wissen zielt. In der Praxis der an sich methodisch herausfordernden UVP führt dies allzu oft zu einem Rückzug auf die - aus ökologischer Sicht nicht hinreichenden – sektoralen fachgesetzlichen Kriterien

(z.B. Grenzwerte, ZÖLITZ-MÖLLER 1994). Ferner werden für andere Planungstypen, insbesondere für die Landschaftsplanung, juristische Defizite geltend gemacht (KLEYER et al. 1992). Dies bedeutet, dass die seitens der Politik und Rechtsprechung formulierten fachliche Anforderungen an die Planung einen nur geringen Anreiz für einen entsprechenden Wissens- und Technologietransfer aus der Forschung in den planerischen Sektor bieten.

Vielfach definiert auch die noch immer starke sektorale Orientierung der behördlichen Strukturen enge Grenzen für die Nutzung ökosystemarer Ansätze in der Planung (ZÖLITZ-MÖLLER 1994);

- und einem erheblichen Zwang zur strengen Ergebnis- und Entscheidungsorientierung:
Planung muss konkrete, umsetzbare Ergebnisse hervorbringen, und die Erzeugung dieses Ergebnisses muss nachvollziehbar und verständlich sein. Die in zunehmendem Maße von der Planung geforderte Öffentlichkeitsorientierung führt vielfach zur Simplifizierung des methodischen Repertoires. Der Einsatz fachlich anspruchsvoller, wenn auch sachlich angemessener Methoden wird häufig als gegenüber Auftraggebern und der Öffentlichkeit nicht vermittelbar abgelehnt.

In vielen Fällen erschwert dieser enge Rahmen eine konsequente Nutzung vorhandenen Wissens um die Struktur und Funktion von Ökosystemen für die planerische Entscheidungsfindung. Dies gilt um so mehr, als die Forschungsergebnisse i.d.R. nicht in einer für die Planung unmittelbar rezipierbaren, komprimierten und verständlichen Form verfügbar sind²¹. Eine solche Transformation ist zumeist nicht mehr Bestandteil eines Forschungsvorhabens. Hinzukommt, dass Vereinfachungen von als komplex erkannten Zusammenhängen im akademischen Umfeld als nicht karrierefördernd betrachtet und daher auch nicht dem Aufwand und der Leistung entsprechend honoriert werden (ZÖLITZ-MÖLLER 1994: 14). Dieses Transformationsdefizit wiegt insofern besonders schwer, als von der Ökosystemforschung i.d.R. eine Datenfülle erzeugt wird, die zum einen nur schwer zu überblicken ist und zum anderen von der Umweltplanung stets nur in Ausschnitten tatsächlich genutzt werden kann (FBE 2002).

Weitere Ursachen für eine nur unvollständige Berücksichtigung ökosystemarer Erkenntnisse in Planungsprozessen liegen darin begründet, dass Angebot (seitens der Forschung) und Nachfrage (seitens der Planung) nicht stringent aufeinander abgestimmt wurden (ZÖLITZ-MÖLLER 1994). Dies äußert sich z.B. folgendermaßen:

Angebot	⇔	Nachfrage
Erkenntnisse über „Ökosystemindividuen“		Nachfrage nach übertragbaren Ergebnissen
Die Ökosystemforschung liefert Erkenntnisse zur Beschreibung und Erklärung des Funktionierens von Ökosystemindividuen statt von Ökosystemtypen. Nach ZÖLITZ-MÖLLER (1994) kann dies auch als eine Kapitulation vor der Vielfalt des eigenen Forschungsobjektes angesehen werden. Von der Planung wird hingegen die Entwicklung geeigneter Techniken zur Verallgemeinerung und Übertragung der Forschungsergebnisse auf andere nicht oder in geringerer Intensität untersuchte Räume - d.h. zur Überwindung von		

²¹ KAISER et al. 2002 sprechen in diesem Zusammenhang von der sogenannten „Anschlussqualität“, womit die Nutzbarkeit der grundlagen- und anwendungsorientierten Ergebnisse der Forschung für Anwendungen gemeint ist.

Angebot



Nachfrage

Skalengrenzen – eingefordert, da planerische Empfehlungen i.d.R. gröber skalig und flächendeckend sein müssen. Die i.d.R. von Anwenderseite geforderte Rechtssicherheit der planerischen Aussagen kommt bei Verallgemeinerungen und Übertragungen von Daten und Ergebnissen erschwerend hinzu. Die Forscherseite verweist jedoch all zu oft auf die besonderen Umstände des jeweiligen Einzelfalls und negiert die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse (ebd.). Zu denken wäre vor diesem Hintergrund auch an eine zwar weniger intensive, aber dafür in zahlreicheren Räumen betriebene Forschung (WS 2002).

Erklärungs- und Lösungsbeiträge für wenige ausgewählte Problemfelder

Nachfrage nach Erklärungs- und Lösungsbeiträgen zu einem möglichst breiten Spektrum von planerischen Themen

Die Ökosystemforschung konzentriert(e) sich zwangsläufig auf wenige ausgewählte Problemfälle wie die Landnutzung im ländlichen Raum oder das Phänomen der Waldschäden. Die Planung ist in einem deutlich weiteren Problemspektrum gefordert. Daher blieb die Einflussnahme der Ökosystemforschung – zumindest was konkrete inhaltliche Beiträge anbelangt – bisher zwangsläufig beschränkt.

Ökosystemforschung stellt i.d.R. keine eingriffsbezogene Forschung dar. Gegenüber der häufigen Berücksichtigung wichtiger Einflüsse der Landnutzung oder übergeordneter diffuser Stoffdepositionen werden Veränderungen von Ökosystemen aufgrund von Wirkfaktoren, wie sie für UVP-pflichtige Vorhabentypen charakteristisch sind (z.B. Zerschneidungswirkungen, Flächenverlust, punkthafte Emissionen) im Rahmen groß angelegter Ökosystemforschungsprojekte stark vernachlässigt. So weist beispielsweise der SRU (1994: 268) auf „dringenden Forschungsbedarf zur Wirkungsanalyse“ am Beispiel strassenbedingter Umweltauswirkungen hin (BALLA & MÜLLER-PFANNENSTIEL 2002).

Zur Bestimmung planungsrelevanter Forschungsthemen wäre eine engere Kommunikation zwischen Forschung und Planung wünschenswert.

Begrüßenswert ist vor diesem Hintergrund die aktuelle Initiative des Umweltbundesamtes in Deutschland, das in Anbetracht der durch die EU-SUP-Richtlinie (Richtlinie zur strategischen Umweltprüfung) entstandenen Sachzwänge die Entwicklung von Überwachungsmechanismen der Umweltwirkungen von Plänen und Programmen als Forschungsauftrag formuliert (FBE 2002).

Betonung der Heterogenität von Systemen

Nachfrage nach Verfahren zur Überwindung von Skalengrenzen

Die (zunehmende) Aufdeckung von Heterogenitäten in natürlichen Systemen ist zwangsläufige Konsequenz einer intensiv betriebenen Ökosystemforschung. Dies führt jedoch leicht dazu, dass im Ergebnis vor allem Heterogenitäten dargestellt werden und weniger darüber nachgedacht und gearbeitet wird, wie man mit diesen Heterogenitäten in Anwendungsfeldern umgehen kann und muss, inwieweit sie auch scale-abhängig sind und welche Aggregationsstrategien möglicherweise weiterhelfen können (ZÖLITZ-MÖLLER 1994).

Entwicklung innovativer Verfahren und Techniken

Anforderungen an die Bereitstellung praxistauglicher Methoden

Viele der in der Ökosystemforschung entwickelten Verfahren und Methoden sind für den praktischen Einsatz in der Planung auch inhaltlich zu anspruchsvoll (u.a. ZÖLITZ-MÖLLER 1994).

Dies gilt z.B. für populationsökologische Ansätze wie die Metapopulationstheorie sowie die darauf aufbauende Populationsgefährdungsanalyse und das Konzept der Minimum viable Population. Hier wären vereinfachende (technologische) „Faustregeln“ aus planerischer Sicht zielführender. Sie erbrächten zwar nicht dieselbe Aussageschärfe, würden aber praktisch verwertbare Aussagen über Größenordnungen, z.B. in Form ordinaler Abschätzungen zulassen (FBE 2002).

Planung ist ein interdisziplinäres Arbeitsfeld. Planerische Entscheidungen basieren i.d.R. auf einem Kompromiss zwischen dem Wissen um naturwissenschaftlich zu erwartende Systemreaktionen, rechtlichen Erfordernissen, sozialen Wünschen sowie ökonomisch und politisch geleiteten Überlegungen. Eine vergleichbar anspruchsvolle Interdisziplinarität wurde und wird zwar seitens der Ökosystemforschung immer wieder beansprucht, konnte aber bislang nur in wenigen Fällen tatsächlich erreicht werden. Insbesondere mangelte es an einer konsequenten Einbindung der Sozial- und Politikwissenschaften. Die bisher stark naturwissenschaftliche Orientierung der Ökosystemforschung liefert damit nur einen vergleichsweise limitierten Beitrag für planerische Entscheidungen.

Hinzukommt,

- dass - auch in der Ökosystemforschung – aufgrund eines z.T. leichtfertigen Umgangs mit dem Attribut „anwendungsrelevant“ die Erzeugung tatsächlich anwendungsrelevanter Ergebnisse eher dem Zufall überlassen wurde, als dass deren Erzeugung zielgerichtet und strategisch vorbereitet worden wäre (ZÖLITZ-MÖLLER 1994: 14), und
- dass trotz der Berücksichtigung fundierter wissenschaftlicher Erkenntnisse in Planungsprozessen sich diese als Konsequenz gesellschaftlicher und politischer Abwägungen nicht notwendig im Planungsergebnis widerspiegeln (ebd.).

4.5 Beitrag der Ökosystemforschung zu Umweltbeobachtung/Umweltüberwachung und Indikatorenfindung

4.5.1 Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung

Auf den engen Zusammenhang von Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung wurde erstmalig explizit und in ausführlicher Form im Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen 1991 hingewiesen.

„Wie der Rat im Umweltgutachten 1987 (SRU 1988, Abschnitt 1.1.1) ausführlich dargelegt hat, ist 'Umwelt' ein komplexes System, das mit den bisher angewandten sektoralen Instrumenten allein nur unzulänglich beeinflusst und gestaltet werden kann; diese führen oft nur zur Verschiebung eines Umweltproblems von einem Umweltmedium in ein anderes. Umweltbeobachtung muss deshalb übergreifend konzipiert werden [...]. (SRU 1991, Tz.68).

Die wesentliche Erkenntnis aus der Ökosystemforschung, dass die Umwelt als komplexes System nur sinnvoll mit interdisziplinären Ansätzen erfasst, bewertet und beeinflusst werden kann, führte unmittelbar zur Forderung einer integrierenden sektorübergreifenden Umweltbeobachtung. Denn die bislang auf einzelne Umweltmedien bezogene sektorale Umweltüberwachung ist mit Blick auf die Forderung nach Wirkungsaussagen und Trendprognosen überfordert.

Der Rat wies in seinem Sondergutachten ausdrücklich auf verschiedene Ökosystemforschungsvorhaben hin, aus denen sich integrierende Ansätze zur Umweltbeobachtung ableiten lassen.

Genannt werden in SRU (1991: Tz. 70) u.a.:

- *das Sollingprojekt (ELLENBERG et al. 1986),*
- *die landschaftsökologische Modelluntersuchung Ingolstadt (BACHHUBER et al. 1983),*
- *der Aufbau der Umweltprobenbank (LEWIS 1985 und 1987),*
- *die Ökosystemforschungsprojekte Berchtesgaden, Wattenmeer, Ostholsteinische Seen [= Bornhöveder Seenkette].“*

Forschung und Umweltbeobachtung (nach der in Tab. 5 niedergelegten Definition) ergänzen sich insofern sinnvoll (FBE 2002), als

- die Ökosystemforschung die Konzipierung von Umweltbeobachtungsprogrammen unterstützt: Die Ökosystemforschung fördert die Auswahl geeigneter Variablen und deren Orientierung im ökosystemaren Wirkungsnetz, sie liefert Beiträge zu einer besseren Beobachtungspraxis und zur Interpretation der Beobachtungsergebnisse;
- die Umweltbeobachtung dazu eingesetzt wird, die ökologischen Modelle (Wirkungsbezüge zwischen den Komponenten eines Ökosystems) und Theorien der Ökosystemforschung langfristig zu testen;
- sich aus der Umweltbeobachtung Forschungsbedarf ableiten lässt: Umweltbeobachtung deckt Trends oder auch abrupte, unerwartete Veränderungen auf; diese werden sich nicht immer mit existierendem Wissen erklären lassen.

Bei einer engen Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung lassen sich die Erkenntnisse der Ökosystemforschung besser in die Praxis umsetzen und innovative Ansätze in Routineanwendungen überführen.

Tab. 5: Versuch einer begrifflichen Abgrenzung zwischen Forschung und Umweltbeobachtung (SCHÖNTHALER 2002)

Forschung i.e.S.	Umweltbeobachtung
Ökologische Forschung oder Ökosystemforschung dient der Aufklärung und Quantifizierung ökologischer Zusammenhänge und der Entschlüsselung von Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den Systembestandteilen. Forschungstätigkeit basiert i.d.R. auf Hypothesen, die es im Rahmen des Vorhabens zu bestätigen oder zu widerlegen gilt. Ökologische Forschung kann sich auch über nur kurze Untersuchungszeiträume erstrecken. Die Methodenauswahl ist i.d.R. innovativ, d.h. neben der Anwendung und Absicherung bereits eingeführter Methoden geht es wesentlich auch um die Entwicklung neuer Methoden.	Umweltbeobachtung kann als ein Teilbereich der Forschung betrachtet werden. Sie ist im Gegensatz zur Forschung im engeren Sinne langfristig angelegt. Umweltbeobachtung basiert hinsichtlich der von ihr behandelten Fragestellungen und der Methodenauswahl auf den Resultaten der (Ökosystem-)forschung, d.h. sie verfolgt, wie sich Beziehungen zwischen Systembestandteilen qualitativ und quantitativ entwickeln, sie versucht diese Entwicklungen zu interpretieren und zu ermitteln, mit welchen Konsequenzen diese verbunden sind. Vor dem Hintergrund langfristiger Untersuchungszeiträume stellt Umweltbeobachtung spezifische Anforderungen an die Auswahl der Beobachtungsmethoden. Diese sollten: • bereits praxiserprobt, • gut standardisierbar, • langfristig finanzierbar sowie • schonend und reproduzierbar sein, d.h. die Beobachtungsobjekte sollten durch wiederholte Probenahmen möglichst nicht verändert werden.

Neben einer inhaltlich-methodischen Orientierung der Umweltbeobachtung an der Ökosystemforschung (u.a. SRU 1991, Tz. 69) empfahl der Rat aus den o.g. Gründen auch ein räumliches Aufeinander-Zugehen von Ökosystemforschung und integrierender Umweltbeobachtung.

„Aus pragmatischen Gründen empfiehlt der Rat, mit denjenigen Gebieten zu beginnen, bei denen auf Ökosystemforschung aufgebaut bzw. Umweltbeobachtung mit Ökosystemforschung verbunden werden kann“. (SRU 1991, Tz.87)

„Auf die ökologischen Umweltbeobachtungsgebiete sollte auch die Langzeit-Ökosystemforschung konzentriert werden“. (SRU 1991, Tz. 89).

Das Ratsgutachten von 1991 hat auf politischer Ebene – unterstützt durch zwei Beschlüsse der Umweltministerkonferenz in den Jahren 1991 und 1992 - zahlreiche Aktivitäten ausgelöst. Ziel war zum einen, den Informationsstand über die in der Bundesrepublik bereits installierten Umweltbeobachtungsprogramme des Bundes und der Länder zu verbessern (insbesondere CONDAT 1998, UBA 1998, SCHRÖDER et al. 1999, UBA 1999, KLITZING 2000). Zum anderen sollten methodische Arbeitshilfen bereitgestellt werden, um eine bessere Koordination und Bündelung der Umweltbeobachtungsaktivitäten zu erreichen (KNETSCH & MATTERN 1998) und die hohen fachlichen Ansprüche des SRU, die Umwelt systemorientiert zu beschreiben und die Voraussetzungen für eine Früherkennung von Umweltveränderungen zu schaffen, umzusetzen (u.a. SCHÖNTHALER et al. 1997, AKNU 1999, SCHÖNTHALER et al. 2003).

Die Verankerung der ökologischen Umweltbeobachtung als Gesetzesauftrag erfolgte mit der Novellierung des BNatSchG und der Formulierung des §12. In Kap. 4.2.1 wurde bereits darauf hingewiesen, dass mit dem Gesetzestext sowie den neu formulierten Begründungen zum Gesetz eine unmittelbare Verknüpfung von Umweltbeobachtung und Ökosystemforschung impliziert ist.

4.5.1.1 Impulse struktureller, inhaltlicher und methodischer Art für die Konzeption von Umweltbeobachtungsprogrammen

Konkret lassen sich die strukturellen, inhaltlichen und methodischen Impulse der Ökosystemforschung für eine ökosystemar angelegte Umweltbeobachtung wie folgt beschreiben:

- Die Ökosystemforschung hat wichtige Anregungen für die interdisziplinäre Zusammenarbeit geliefert, die auch Voraussetzung für die Umsetzung einer integrierenden, sektorübergreifenden Umweltbeobachtung ist. Die zwischenbehördliche Zusammenarbeit, die in einigen Forschungsvorhaben realisiert werden konnte, war Voraussetzung dafür, dass in Abstimmung zwischen diesen Behörden auch integrierende Konzepte für die Umweltbeobachtung erarbeitet und umgesetzt werden konnten (FBE 2002).

Der in der Göttinger Waldökosystemforschung entwickelte Messansatz ist für das Monitoringprogramm der EU (Level II) übernommen worden. Heute werden an mehr als 800 Stellen in Europa Depositionsmessungen nach diesem methodischen Muster durchgeführt. Der Göttinger Waldökosystemforschung ist ebenfalls eine maßgebliche Beteiligung an der Konzeption der bundesweiten bodenchemischen Zustandserhebung im Wald (BZE) zuzuschreiben (s. auch „Materialien“ 10, Kap. 10.3.2).

Die Zusammenarbeit zwischen dem Ökologie-Zentrum der Universität Kiel und dem Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein bei der Durchführung der Forschungen im Bereich der Bornhöveder Seenkette mündete in eine enge Kooperation dieser und darüber hinausgehender Institutionen beim Aufbau der „Integrierten Umweltbeobachtung Schleswig-Holstein“ und des landesweiten Natur- und Umweltinformationssystems NUIS (ebd., z.B. WINDHORST et al. 2001, BARKMANN 2003).

Die Kooperationen in der Wattenmeerforschung waren Voraussetzung für die Etablierung des Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP, u.a. CWSS & TMAG 1997).

Das HIBECO-Projekt hat wichtige Anregungen für den Aufbau eines länderübergreifenden Monitoring der nördlichen Baumgrenzregionen geliefert (FBE 2002).

- Die Ökosystemforschung hat wichtige Anstöße für die Auswahl der in einer langfristig angelegten Umweltbeobachtung zu erfassenden Parameter gegeben. Diese Diskussion ist eng mit der Bestimmung geeigneter Indikatoren für die Indizierung von Veränderun-

gen der Strukturen und Funktionen von Ökosystemen verknüpft, die in zahlreichen Ökosystemforschungsvorhaben intensiv geführt wurde (ebd.).

Die von SCHÖNTHALER et al. 1997 und 2003 im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Arbeiten zur pilothaften Umsetzung einer ökosystemaren Umweltbeobachtung im Biosphärenreservat Rhön mündeten in die Erarbeitung eines sogenannten „Kerndatensatzes der ökosystemaren Umweltbeobachtung“. Er enthält (nach Prioritäten gewichtet) einen Satz von Parametern, der zur Beschreibung der Strukturen und Funktionen von Ökosystemen von Bedeutung ist. Die Auswahl der Parameter basierte u.a. auf den Variablenlisten der MAB 6-Forschung in Berchtesgaden und Modellgrößen, die für Modellierungen in der Bornhöveder Seenkette eingesetzt wurden (WASMOD/STOMOD).

Die Parameter des Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP) sind auf der Grundlage von Erkenntnissen der Ökosystemforschung in den Wattenmeeren (hypothesen-geleitet) ausgewählt worden, auch wenn der Umfang des schlussendlich zur Umsetzung gelangenden „common package of TMAP“ als Ergebnis einer stark pragmatischen Überlegungen folgenden Eingrenzung eines aus ökosystemarer Sicht erstrebenswerten Beobachtungsprogramms zu betrachten ist.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens „Entwicklung eines Indikatorensystems für den Zustand der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland mit Praxistest für ausgewählte Indikatoren und Bezugsräume“ wurden mit Blick auf eine ökosystemar orientierte Umweltbeobachtung Vorschläge für praxistaugliche Indikatoren entwickelt. Der übergeordnete Auftrag des Vorhabens bestand darin, die den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes zugrunde liegende ökonomische Buchhaltung durch eine ökologische zu ergänzen und die Wirtschaftsstatistik in den notwendigen größeren Zusammenhang mit der Umweltsituation zu stellen. Bei der Entwicklung eines operationalisierbaren und umsetzbaren Indikatorensystems sollten die Ergebnisse der deutschen Ökosystemforschung so weit als möglich einbezogen werden. Das erarbeitete Indikatorensystem beinhaltet Indikatoren zur Beschreibung der Funktionalität und physischen Struktur von Landschaften und Ökosystemen sowie zur Beschreibung von stofflichen Belastungen von und Anreicherungen in Ökosystemen (RADERMACHER et al. 1998, siehe auch STABA et al. 2002).

- Methodische Errungenschaften aus der Ökosystemforschung können Einsatz bei der Auswertung von Daten aus der routinemäßigen Umweltbeobachtung finden (FBE 2002).

Solche relevante methodische Neuerungen sind u.a. (ebd.):

- *die Weiterentwicklung von Verfahren der statistischen Auswertung (wie z.B. die Erstellung multivariater Statistiken) und der Zeitreihenanalyse (mit neuen nicht-linearen Methoden wie z.B. RQA, SSA etc.);*
- *die Weiterentwicklung von Bilanzierungsverfahren (z.B. Bioelement-Bilanzansatz für komplette Waldökosysteme und Kronenraum-Bilanzansatz für die Gesamtdeposition, die heute im Rahmen des Level II-Programms zum Einsatz gelangen);*
- *die Weiterentwicklung von Verfahren zur räumlichen Verallgemeinerung von punktuell oder kleinflächig erhobenen Daten (wie z.B. geostatistische Verfahren (Kriging-Ansätze) oder der KGG- und TIN-Ansatz des MAB 6-Projektes in Berchtesgaden);*
- *die Bestimmung von Landschaftsfunktionen und Naturraumpotenzialen (vgl. SCHREIBER 1985) in verschiedenen Maßstabsbereichen;*
- *die Entwicklung von Simulationsmodellen und Szenariotechniken, die zum einen den Aufwand der Erhebung empirischer Daten für den Routinebetrieb reduzieren helfen und zum anderen szenarische Aussagen zu den möglichen künftigen Entwicklungen der Ökosysteme liefern können (FBE 2002);*
- *die Entwicklung von Verfahren zur Kombination modellierter und empirisch erhobener Daten (z.B. „genestete“ Messstrategie, die mit Modellsimulationen verknüpft ist, ebd.);*
- *die Entwicklung von Verfahren zum Vergleich räumlicher Muster von empirischen Daten und von computergestützten Simulationsmodellen oder*
- *die Weiterentwicklung von Methoden zur effizienten Sammlung von Daten (ebd.).*

Des Weiteren erwähnenswert ist, dass (FBE 2002):

- sich aus der Ökosystemforschung relevante Hinweise dahingehend ableiten lassen, welche Ökosystemtypen besonders sensibel auf Umweltveränderungen reagieren und infolgedessen innerhalb der Umweltbeobachtung besondere Berücksichtigung finden sollten;
- auf der Grundlage von Ökosystemforschungsergebnissen eine verbesserte Auswahl von geeigneten Messpunkten und Messfrequenzen für die Umweltbeobachtung möglich wird,
- die Ergebnisse von Forschungsvorhaben Hinweise auf eine angemessene raum-zeitliche Auflösung der Messungen in langfristig angelegten Umweltbeobachtungsprogrammen geben, über die nur aufbauend auf einem durch die Ökosystemforschung verbesserten Systemverständnis fundiert entschieden werden kann (u.a. Begrenzung der Messungen auf Messperioden, in denen potenziell überhaupt mit einer Reaktion auf veränderte Umweltparameter gerechnet werden kann).

Insbesondere im Bereich der Auswertungsmethoden gibt es jedoch noch immer ein erhebliches Potenzial für die Nutzbarmachung methodischen Instrumentariums der Ökosystemforschung für die Umweltbeobachtung, denn Universitäten und Verwaltungen unterscheiden sich grundsätzlich in der allgemeinen technischen Routine und im verfügbaren Know-how. Nicht immer gelingt es, die anspruchsvollen Auswertungsverfahren der Ökosystemforschung auch in einer Verwaltung für den Routinebetrieb der Umweltbeobachtung zu etablieren. Dies gilt insbesondere für komplexe Simulationsmodelle, die einen erheblichen Aufwand in der Parametrisierung erfordern.

Von SCHÖNTHALER et al. (2003) wurden im Rahmen der pilothaften Umsetzung der ökosystemaren Umweltbeobachtung am Beispiel des länderübergreifenden Biosphärenreservates Rhön eine Auswahl geeigneter Methoden zur (integrierenden) Auswertung von Daten aus der Umweltbeobachtung zusammengestellt. Dabei wurde deutlich gemacht, dass in einer ökosystemaren Umweltbeobachtung sowohl einfache als auch komplexere Auswertungsmethoden ihren sinnvollen Einsatzbereich finden. Der pilothafte Einsatz des (im Rahmen der Forschungen in der Bornhöveder Seenkette entwickelten und in der Nachfolge erweiterten) Wasserhaushalts- und Stoffflussmodells WASMOD in einem Teileinzugsgebiet der Streu im bayerischen Teil des Biosphärenreservates hat gezeigt, dass Modelle u.a. die folgenden Leistungen für die ökosystemare Umweltbeobachtung erbringen können (ebd.):

- *Bestimmte Modelle ermöglichen es, in Kombination mit einem GIS punktuell erhobene Daten mit flächenhaft vorliegenden Daten so zu verknüpfen, dass auch dynamische Prozesse flächendeckend dargestellt werden können. Damit können nicht nur einzelnen Standorte, sondern größere Gebiete flächendeckend bezüglich ihres Umweltzustandes beschrieben werden.*
- *Bestimmte Parameter können nur unter großem Aufwand gemessen werden. Durch Modellrechnungen können Daten zu aufwändig oder im Routinebetrieb nicht erhebbaren Parametern für weitere Auswertungen zur Verfügung gestellt werden.*
- *Ökosystemare Modelle verknüpfen medial oder sektoral erhobene Daten verschiedener Informationsebenen miteinander.*
- *Simulationsmodelle ermöglichen die Diskussion von Szenarien und dienen somit dem Ziel einer vorausschauenden Umweltbeobachtung.*

4.5.1.2 Beitrag der Ökosystemforschung zu technischen Neuerungen in der routinemäßigen Umweltbeobachtung

Die Ökosystemforschung hat in wesentlichem Umfang zur Entwicklung und Verbesserung von Mess- und Verfahrenstechniken im Umweltbereich beigetragen. Sie unterstützt damit die Bewältigung technischer Aufgaben in der Umweltbeobachtung (FBE 2002).

Beispiele für Ökosystemforschungsvorhaben, in denen wesentliche Ergebnisse hinsichtlich Verbesserungen der Messtechnik erzielt werden konnten:

Waldökosystemforschung am BITÖK: Aus den Forschungsarbeiten resultieren Empfehlungen dahingehend, welche Messgeräte z.B. im Bereich der Bodenhydrologie und Bodenchemie nicht mehr eingesetzt werden sollten (diese Ergebnisse wurden jedoch nur informell mit experimentell arbeitenden Gruppen diskutiert und nicht veröffentlicht, FBE 2002).

Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette: Für den Bereich der Bodenaufnahme und Umweltchemie wurden regional-statistisch begründete Mess- und Beprobungstechniken entwickelt (FBE 2002).

FAM/Scheyern: Messtechnische Verbesserungen wurden insbesondere in den Bereichen Messung von Oberflächenabfluss und Bodenerosion, Erhebung von bodenhydrologischen Parametern; flächendeckend differenzierte Erfassung von Biomasseaufwuchs und Erträgen; Abgrenzung von Bodeneinheiten mittels Fernerkundung erzielt. Der Aufbau des Messsystems erfolgte unter der Vorgabe, dass die Messungen und Beobachtungen der Fortführung der landwirtschaftlichen Nutzung nicht entgegen stehen (FBE 2002).

MAB 6-Forschung in Berchtesgaden: Es wurden Verfahren einer konzeptionell neuen, hierarchisch aufgebauten, standörtlich angepassten Datenerhebung, -exploration, -sammlung, -organisation und -verwaltung entwickelt und erprobt (FBE 2002).

In der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden neuartige Probenahmestrategien chemische Untersuchungen und Benthosstudien und eine in-situ-Färbemethode für Benthosuntersuchungen entwickelt (DITTMANN et al. 1998 in KAISER et al. 2002: 125). Ferner wurden erstmals im terrestrisch-marinen Übergangsbereich für die flächenhafte Erfassung von Strukturen, wie z.B. Seegras- und Miesmuschelbeständen sowie Sedimenttypen, GIS und Fernerkundungsmethoden eingesetzt (KOHLS 1997, ROY et al. 1997 sowie MILLAT 1996 in ebd.).

Viele der in der Ökosystemforschung eingesetzten Verfahren sind jedoch nicht für den Routinebetrieb konzipiert worden. Häufig handelt es sich um mit viel Einfallsreichtum und Sorgfalt hergestellte Prototypen, die für eine serienmäßige Produktion noch nicht ausgereift sind. Mitunter sind die Techniken und Verfahren auch so differenziert, dass sie einen hohen technischen Sachverstand und große Sorgfalt erfordern, um hohe Datenqualitäten sicherzustellen. Nicht immer können jedoch für die Realisierung eines langfristig angelegten Umweltbeobachtungsprogramms ausreichende technische Kapazitäten des messenden Personals zur Verfügung gestellt werden, um ähnlich hohe Datenqualitäten garantieren zu können (FBE 2002).

Außerdem stellt sich auch im technischen Bereich das Problem der Weitergabe und Aufbereitung der erforderlichen Informationen aus der Forschung für den fortlaufenden Routinebetrieb. Viel „Metawissen“ aus der Ökosystemforschung wird von den Forschern nicht dokumentiert und folglich nicht an die für die Umweltbeobachtung zuständigen Stellen weitergeleitet (ebd.). Gängige Praxis ist in vielen Fällen auch die Eigenentwicklung technischen Geräts durch die für die Umweltbeobachtung zuständigen Behörden. Inwieweit in diesen Fällen von Forschungsergebnissen profitiert wird, ist im Einzelfall nicht immer nachvollziehbar. Für die behördliche Praxis hat es sich in einigen Fällen als praktikabler erweisen, selbst zu experimentieren als sich mit aufwändigen Literatur- und Konzeptstudien das notwendige Erfahrungswissen aus der Ökosystemforschung anzueignen (PEICHL mdl. 2002).

Am Bayerischen Landesamt für Umweltschutz wurden umfangreiche Experimente mit unterschiedlichen Depositionssammlertypen durchgeführt. Ziel war die Entwicklung eines Sammlers, der auch bei seltener Entleerung eine stabile Probenqualität sicherstellt (also chemische Umsetzungsprozesse in den Sammelgefäßen weitestgehend unterbindet), eine Anforderung, die bei einer deutlich höheren Präsenz der Forscher im Feld von geringer Bedeutung ist.

Zumeist diente die Entwicklung technischen Geräts in der Ökosystemforschung der unmittelbaren Lösung von spezifischen Fragestellungen der Ökosystemforschung. Die Anforderungen einer routinemäßigen Mess- und Beobachtungspraxis standen demgegenüber deutlich im Hintergrund (FBE 2002).

Eine Ausnahme ist u.a. das ICP Forest, im Rahmen dessen wesentliche Vorarbeiten für die Einrichtung des europaweiten Level II-Programms geleistet wurden. Input aus der Ökosystemforschung betraf insbesondere den europaweit einheitlichen Aufbau von Wetterstationen und die harmonisierte Durchführung von Depositionsmessungen im Wald (FBE 2002).

Ein weiteres Beispiel für die erfolgreiche Übergabe routinetauglicher Messtechniken aus der Ökosystemforschung an die Umweltbeobachtung ist die in den Niederlanden entwickelte "Ferry-Box", ein vollautomatisches Sensorsystem, das auf der Fähre Hamburg-Harwich eingerichtet ist und kontinuierlich Daten zur Wasserqualität der Nordsee liefert (SWERTZ et al. 1999).

4.5.1.3 Diskussion

In zahlreichen Fällen mündeten Ökosystemforschungsvorhaben in die Konzeption und Durchführung von Umweltbeobachtungsprogrammen (FBE 2002).

Die Waldökosystemforschungen u.a. im Rahmen des ICP mündeten in das Forstliche Umweltmonitoring (Level I und II).

Die Wattenmeerökosystemforschung mündete in das Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP), das seit 1994 im gesamten Wattenmeer durchgeführt wird.

Aus dem WET-Projekt in Schleswig-Holstein, speziell aus der Begleitforschung zum Niedermoorprogramm, resultierten Vorschläge für ein reduziertes Monitoringprogramm, das bereits zum Teil von dem zuständigen Staatlichen Umweltämtern übernommen wurde.

Die Messungen im Rahmen der Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette wurden z.T. Bestandteil der Umweltprobenbank des Bundes. Die Depositionsmessungen mündeten in das Depositionsmessprogramm des Gewerbeaufsichtsamtes Schleswig-Holstein in Itzehoe. Außerdem lieferte die Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette wesentliche Impulse für den Aufbau der „Integrierten Umweltbeobachtung“ im Land Schleswig-Holstein.

Im Falle des Bodenseeprojektes (SFB 248 der DFG Stoffhaushalt des Bodensees) sind Folge-messungen bereits institutionalisiert und gesetzlich verankert.

Die Forschungen im Rahmen des HIBECO-Projektes sollen in eine neue Monitoringaktivität unter dem Titel „TREBIOREMA“ (Treelines as indicators of climate change, biodiversity and resource management) münden.

Das LTER-Programm (Long-term ecological research and monitoring, z.B. in Loch Vale Watershed, Rocky Mountain National Park, Colorado, USA) war von Beginn an für die Überführung in ein langfristiges Umweltbeobachtungsprogramm konzipiert.

Die MAB-Forschung in Berchtesgaden und die u.a. auf diesem Vorhaben aufbauenden Arbeiten von SCHÖNTHALER et al. (2003) geben derzeit den Anstoß zu einer Neukonzipierung der Umweltbeobachtung im Nationalpark Berchtesgaden.

Im FAM-Projekt/Scheyern ist eine Überführung der Forschungen in Umweltbeobachtungsprogramme geplant. Konkrete diesbezüglich Schritte wurden jedoch noch nicht eingeleitet.

In vielen Fällen hat eine solche Überführung der Ökosystemforschung in ein langfristiges Umweltbeobachtungsprogramm jedoch nicht stattgefunden. Folgende Gründe sind hierfür maßgebend (FBE 2002):

- Finanzielle und finanzhaushaltliche Gründe:

Die Ökosystemforschungsprogramme bzw. –vorhaben sind finanziell deutlich besser ausgestattet als die Umweltbeobachtungsprogramme. Sie sind für ein kurz- und mittelfristige Laufzeiten konzipiert und sehen detaillierte Messungen vor, die zur Beantwortung

der anspruchsvollen und differenzierten Forschungsfragen erforderlich sind. Die Überführung der im Rahmen der Forschung praktizierten Messungen in ein praktikables und finanzierbares Messprogramm für die Umweltbeobachtung erfordert zumeist eine umfangreiche Umrüstung der Messeinrichtungen, ggf. eine Änderung im Messdesign sowie den Aufbau einer für den Routinebetrieb einsetzbaren Datenauswertung. Neben der langfristigen finanziellen Absicherung der Messungen im Rahmen der Umweltbeobachtung stellt sich damit bereits in der „Überführungsphase“ das Problem der Finanzierung. Die universitäre Forschung hat nicht die Mittel (und nicht den Auftrag), die Ergebnisse an die für die Umweltbeobachtung zuständigen Institutionen weiterzuleiten oder sie entsprechend aufzubereiten. Ein solcher Schritt müsste gesondert von Dritten gefördert werden. Ferner wird darauf hingewiesen, dass der Aufbau eines Umweltbeobachtungsprogramms verhältnismäßig lange Zeit in Anspruch nimmt. Forschungsvorhaben mit Laufzeiten von drei bis fünf Jahren sind zumeist zu kurz, um parallel die wichtigsten Weichen für die Etablierung eines Umweltbeobachtungsprogramms zu stellen.

- Organisatorische Gründe:

Neben finanziellen Gründen können in vielen Fällen auch organisatorische Argumente der Überführung der Ökosystemforschung in die Umweltbeobachtung entgegenstehen. Denn in der Regel kommt es bei einer solchen „Überführung“ zu einem Wechsel der Behörden-Zuständigkeiten. Dabei geht es nicht nur darum, einen neuen Beobachtungsauftrag in die Behördenstruktur zu integrieren, was zumeist an die Grenzen der personellen Kapazitäten stößt. Es kann sich vielmehr auch die Aufgabe stellen, die bestehenden Beobachtungsprogramme an die neuen Anforderungen eines veränderten Stands der Wissenschaft anzupassen (FBE 2002). In den Behörden gibt es jedoch oftmals erhebliche Widerstände gegenüber Änderungen von langfristig angelegten (sektoralen) Umweltbeobachtungsprogrammen, die zumeist mit einer Unterbrechung langjähriger Datenreihen begründet werden (SCHÖNTHALER et al. 2003).

Ferner können veränderte Behörden-Zuständigkeiten zur Konsequenz haben, dass auch die Rückkoppelung von der Umweltbeobachtung zur Forschung nicht mehr in ausreichendem Maße stattfindet. Das bedeutet, der Forschung werden nur begrenzte Zugriffsberechtigungen auf die Daten aus der Umweltbeobachtung eingestanden, so dass die Möglichkeiten zur Überprüfung und Anpassung wissenschaftlicher Hypothesen eingeschränkt sind (FBE 2002).

- Technische und methodische Gründe (s. Kap. 4.5.1.2);
- sonstige Gründe:

Eine intensive und effektive Verknüpfung von Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung lässt sich nur dann realisieren, wenn der politische Wille vorhanden ist, die hierfür erforderlichen Strukturen aufzubauen sowie Finanz- und Personalmittel bereitzustellen (FBE 2002).

Aber auch von Seiten der Forschenden und der für die Umweltbeobachtung Zuständigen wäre eine gegenseitige Annäherung erforderlich. Umweltbeobachtung wird von vielen Forschern noch immer als uninteressantes Arbeitsfeld erachtet, so dass es an kreativem Input für die Umweltbeobachtung fehlt. Und den im Routinebetrieb der Umweltbeobachtung Tätigen fehlt es mitunter an Verständnis und Bereitschaft, die Ergebnisse der Ökosystemfor-

schung für ihren Aufgabenbereich zu erschließen und klare Anforderungen an die Forschung zu formulieren (ebd.).

4.5.2 Beiträge der Ökosystemforschung zur Indikatorendiskussion

Insbesondere seit der Konferenz von Rio 1992 wird nach konsensfähigen Methoden und Ansätzen gesucht, um die Umweltsituation und ihre Veränderungen quantitativ und qualitativ beschreiben und die Erfüllung von Umwelt- und Entwicklungszielen überprüfen zu können. In der auf der Rio-Konferenz von der Staatengemeinschaft unterzeichneten Agenda 21 wird in Kapitel 40 die Entwicklung und Anwendung von Messgrößen oder Beurteilungskriterien gefordert, mit deren Hilfe national und international Entwicklungsprozesse daraufhin überprüft werden sollen, ob sie dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung gerecht werden. Spätestens seit Beginn der Bearbeitung von Katalogen solcher Messgrößen und Beurteilungskriterien durch die OECD im Jahr 1993 wird in diesem Zusammenhang von Indikatoren gesprochen.

Indikatoren sind gemessene, berechnete oder abgeleitete quantitative Messgrößen, die - als Teile von Indikatorensystemen - in repräsentativer Form zur Beschreibung oder Bewertung des Zustandes eines Sachverhalts oder komplexen Systems (Indikandums) eingesetzt werden (u.a. SRU 1998, UBA 2000b).

An Indikatoren werden sowohl wissenschaftliche als auch funktionale, nutzerbezogene und praktische Anforderungen gestellt (s. Tab. 6). Dabei wird es kaum einen Indikator geben, der diese idealtypischen Anforderungen in Gänze erfüllt. So bedeutet beispielsweise die Verdichtung von Information für die Politikberatung und für die öffentliche Kommunikation in der Regel eine Simplifizierung der Zusammenhänge und damit Abstriche an dem Anforderungskriterium „Adäquanz der Abbildung“, das aus wissenschaftlicher Sicht von Bedeutung ist und eher umfangreiche Indikatorensysteme erfordern würde, die der Komplexität der jeweiligen Zusammenhänge gerecht werden (SRU 1998).

Tab. 6: Anforderungen an Nachhaltigkeitsindikatoren (Zusammenstellung und Ergänzung von OPSCHOOR & REIJNDERS 1991, UK DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT 1996, WALZ et al. 1996, PIORR 1998, SRU 1998, LÜDEKE & REUSSWIG 1999²²)

Wissenschaftliche Anforderungen	• Repräsentativität und Adäquanz bezüglich der jeweiligen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zusammenhänge • Transparenz • Reproduzierbarkeit der Ergebnisse • Nachvollziehbarkeit der Aggregation • Nachvollziehbarkeit der Auswahlkriterien • Datenqualität, Transparenz über die Unsicherheit von Daten
Funktionale Anforderungen	• Sensitivität gegenüber Änderungen im Zeitablauf • Eignung zur Erfassung von Trends • Frühwarnungsfunktion • internationale Kompatibilität • Sensitivität gegenüber ökonomischen, ökologischen und sozialen Wechselwirkungen
Anforderungen aus der Sicht von Nutzern	• Zielbezug • Adressaten-adäquate Verdichtung von Information • politische Steuerbarkeit • Verständlichkeit für Politik und Öffentlichkeit • gesellschaftlicher Mindestkonsens über Eignung eines Indikators zur Abbildung von Zusammenhängen und über den Deutungskontext

²² zitiert aus: <http://www.itas.fzk.de/deu/tadn/tadn002/coen00a.htm>

Praktische Anforderungen	• Datenverfügbarkeit • Möglichkeit regelmäßiger Aktualisierung • vertretbarer Aufwand der Datenbeschaffung
--------------------------	--

Die Verwendung von Indikatoren entspringt der Erfahrung, dass die Komplexität der Wechselwirkungen gesellschaftlicher und ökologischer Prozesse die bisher gebräuchlichen Informationssysteme überfordert. Vor diesem Hintergrund versucht man zum Zwecke der Politikberatung und Öffentlichkeitsarbeit, durch eine gezielte Auswahl von wenigen aussagekräftigen und repräsentativen Messgrößen aus der Vielzahl der Einzeldaten eine systematische Komplexitätsreduktion zu erreichen und zu einem näherungsweisen Abbild der Wirklichkeit zu kommen.

Während die Auswahl geeigneter Parameter für eine qualifizierte Umweltbeobachtung stark von den Ergebnissen der Ökosystemforschung beeinflusst ist (s. Kap. 4.5.1.1), ist die Bestimmung aussagekräftiger Indikatoren für die Politikberatung und Öffentlichkeitsarbeit - insbesondere mit Blick auf die multiplen und z.T. widersprüchlichen Anforderungen an Indikatoren - Ergebnis eines stark selektiven Auswahlprozesses²³, in dem auch normative Kriterien eine wesentliche Rolle spielen (STEINER 2001; vgl. „leitbildorientierte Indikatorenentwicklung“: SRU 1996). Die Beiträge der Ökosystemforschung zur Entwicklung von Indikatorensystemen lassen sich daher nicht immer eindeutig fassen. Dies gilt mit Ausnahmen von Indikatoren, die auf einer hohen Verdichtung von Daten bzw. Indikatoren beruhen. Hierzu gehören Schlüsselindikatoren oder Leitindikatoren (sogenannte key indicators oder headline indicators) und aggregierte Indikatoren²⁴, denn bei ihrer Auswahl bzw. Berechnung spielen fachliche Aspekte eine herausragendere Rolle (Wissen über die besondere Aussagekraft bestimmter Größen im Ökosystem sowie Richtigkeit und Nachvollziehbarkeit von Aggregationsverfahren).

Für die umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) wurden im Rahmen des INΔECO²-Projektes („Makroindikatoren des Umweltzustands“) im Auftrag des BMBF und in Kooperation mit dem Statistischen Bundesamt hochaggregierte Umweltzustandsindikatoren auf Basis naturwissenschaftlicher Modelle, statistischer Aggregationsverfahren und gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse entwickelt (STABA et al. 2002).

Im Zuge des LTER in den Rocky Mountains wurde ebenfalls die Entwicklung aggregierter Indikatoren vorangetrieben (FBE 2002).

²³ Daher sei in diesem Zusammenhang auch ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Nutzung von Indikatoren eine qualifizierte und i.d.R. parameterreiche Umweltbeobachtung in keinem Falle ersetzen kann.

²⁴ **Schlüsselindikatoren oder Leitindikatoren** sind Indikatoren, die für ein bestimmtes Themenfeld unter mehreren Alternativen als repräsentativ ausgewählt wurden und für dieses Thema eine Leitfunktion haben. So kann z.B. der Indikator „Lebenserwartung“ als geeigneter Schlüsselindikator für das deutlich komplexere Indikandum „menschliche Gesundheit“ herangezogen werden. Schlüsselindikatoren müssen keineswegs immer aggregierte Indikatoren sein, sondern sind aufgrund ihrer hohen Aussagekraft bewusst aus einem größeren Set von Indikatoren hervorgehoben worden (STABA et al. 2002).

(Hoch-)aggregierte Indikatoren sind Indikatoren, die sachlich und/oder räumlich stark aggregiert sind und damit ein komplexes Indikandum kennzeichnen. Sie werden i.d.R. aus einer Fülle einzelner Daten aggregiert und bilden eine Alternative zu den nicht oder nur wenig aggregierten Schlüsselindikatoren (z.B. Summe der Treibhausgase, gemessen in CO₂-Äquivalenten, STABA et al. 2002).

Beispielsweise kann man zur Kennzeichnung der Treibhausgasproblematik einen aggregierten Indikator bilden, indem man die Emissionen der verschiedenen Treibhausgase über ihre Global Warming-Potenziale aggregiert. Ebenso kann die CO₂-Emissionen als Schlüsselindikator ausgewählt werden, weil sie gegenwärtig den deutlich überwiegenden Teil der Treibhausgasemissionen ausmachen.

Die Erkenntnisse der Ökosystemforschung haben außerdem entscheidenden Einfluss auf die Formulierung von sogenannten Funktionalitätsindikatoren genommen.

Die Ableitung und Errechnung von „Funktionalitätsindikatoren“ für Ökosysteme und Landschaften wurde im bereits genannten Forschungsvorhaben „Makroindikatoren des Umweltzustands“ vertieft (STABA et al. 2002). Auf der Grundlage ökosystemarer Theorien wurde ein Set von acht Funktionalitätsindikatoren ausgewählt, die sich auf das Indikandum „Vorsorge vor langfristigen Gefährdungen der Mensch-Umwelt-Beziehung“ beziehen. Als Indicans werden gemessene oder berechnete Werte für emergente Ökosystemeigenschaften genutzt, die für die Selbstorganisationsfähigkeit ökologischer Systeme aussagekräftig sind (BAUMANN 2001, BARKMANN et al. 2001a und 2001b, STABA et al. 2002). Aus der ökologischen Thermodynamik werden die vom System aufgenommene hochwertige Energie (Exergie) sowie die von ihm an die Umgebung abgegebene, nicht mehr verwertbare Energie (Entropie) als Kenngrößen identifiziert. Dem Themenfeld Organisation/Komplexität entstammen die Indikatoren biotische Diversität und abiotische Heterogenität. Als stoffliche Grundlagen der Systementwicklung werden das Speichervermögen sowie die Nährstoffverluste indiziert. Schließlich werden die biotische Wassernutzung und die Stoffwechseleffizienz als Vertreter ökophysiologischer Effizienzmaße ausgewählt.

Als Ergebnis der Fragebogenerhebung (FBE 2002) wurden die folgenden Ökosystemforschungsvorhaben hervorgehoben, im Rahmen derer relevante Beiträge zur Indikatorendiskussion erarbeitet wurden:

Im Rahmen der Ökosystemforschung in den Everglades wurden Indikatoren insbesondere zur Hydrologie und Wasserqualität identifiziert.

Die deutsche Waldökosystemforschung hat Indikatoren zum Stoffaustrag mit dem Sickerwasser erarbeitet.

Im ICP wurden Indikatoren für nachhaltige Forstwirtschaft entwickelt.

Im IBP und NSSE wurde u.a. die Baumgrenze als komplexer Indikator für klimatische Veränderungen intensiv diskutiert.

Darüber hinaus wird darauf verwiesen, dass auch die Diskussion um Agrarumweltindikatoren stark von der Ökosystemforschung geprägt ist.

4.6 Impulse der Ökosystemforschung für Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit

Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit erfolgen auf mehreren Ebenen, die folgend in zwei Unterkapiteln behandelt werden. In Kap. 4.6.1 geht es um die „klassische“ Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit, die auf Außenwirkung angelegt ist. Daneben ist die Ökosystemforschung in Deutschland jedoch über die beteiligten Hochschulen auch maßgeblich an der „akademischen“ Umweltbildung beteiligt (s. Kap. 4.6.2). Die Ausbildung in systemorientierten Fächern der Umweltwissenschaften dient dabei sowohl der Ausbildung und Rekrutierung des akademischen Nachwuchses für die Ökosystemforschung und angrenzende Disziplinen selbst als auch der Vermittlung angemessener ökosystemarer Kenntnisse für die später oft in verantwortlicher Stellung in Umweltpraxis und Umweltpolitik tätigen Studierenden.

4.6.1 Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit

Der Bildungsauftrag der Ökosystemforschung kann sich sowohl vorrangig auf motivationale Faktoren des Umweltbewusstseins als auch auf kognitive Aspekte beziehen. Herauszuheben ist der Beitrag der Ökosystemforschung zur Schärfung des Problembewusstseins in der Öffentlichkeit hinsichtlich negativer, aber auch positiver Trends der Umweltentwicklung. Ökosystemforschung kann deutlich machen, in welcher Weise der Mensch von den Leistungen und Angeboten seiner natürlichen Umwelt abhängt, bzw. welche ökologischen Bedingungen

für die Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts gelten (FBE 2002). Auch wenn ein gestärktes Umweltbewusstsein der Bevölkerung nur eine von vielen Voraussetzungen für umweltbewusstes Handeln und eine effiziente Umweltpolitik schafft, so handelt es sich dabei dennoch um eine überaus notwendige Bedingung.

Die Ökosystemforschung darf nicht darauf vertrauen, dass die Bedeutung von systemarer Umweltforschung auf der Ebene der ökologischen Systeme und Ökosystemkomplexe von Öffentlichkeit und politischen Entscheidungsträgern ohne eine systematische Öffentlichkeitsarbeit erkannt wird. So liegt es im Eigeninteresse der Ökosystemforschung, ihre gesellschaftliche und politische Akzeptanz und Relevanz für alle Zielgruppen über eine möglichst transparente Präsentation und einen kontinuierlichen Informationsfluss ihrer Ergebnisse zu stärken. Letztendlich wird davon abhängen, ob auch in Zukunft Gelder zur Förderung der Ökosystemforschung zur Verfügung gestellt werden (ebd.).

Ökosystemforschung ist geeignetes Lern- und Trainingsfeld für die Förderung systemaren Denkens, d.h. des Denkens in Zusammenhängen, Wechselwirkungen und Rückkoppelungen²⁵, denn Ökosystemforschung und deren Verständnis fordern grundsätzlich die Kombination ganz unterschiedlicher Fähigkeiten und Kenntnisse. Dabei geht es nicht allein um die Förderung von Studierenden und Wissenschaftlern, sondern ebenso auch um die Herausbildung dieser Fähigkeiten in der gesamten Gesellschaft (ebd.).

Wenn es in der Vergangenheit nicht in allen Fällen gelungen ist, die Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit zu realisieren, so liegt das u.a. daran, dass (ebd.)

- trotz der Unübersehbarkeit globaler Umweltprobleme der Stellenwert von Umweltthemen in der Öffentlichkeit in den letzten Jahren gesunken ist, was sich auch in einem sinkenden politischen Interesse am Umweltthema niederschlägt. Darüber hinaus ist die Rezeptionsbereitschaft für Umweltprobleme und die Nachfrage nach tragfähigen Lösungen wie in kaum einem anderen Themenfeld vom aktuellen politischen Rahmen abhängig. Dies erschwert eine kontinuierlich angelegte Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit. Sicher hat darüber hinaus auch eine über Jahre hinweg unangemessene und wenig differenzierte Öffentlichkeitsarbeit, in der wissenschaftliche Aussagen häufig auf die Vorhersage möglicher Katastrophen reduziert wurden, dem Ansehen der Umweltforschung und der Akzeptanz wissenschaftlich begründeter Empfehlungen geschadet;
- es grundsätzlich an personellen und finanziellen Ressourcen für eine qualifizierte, die Forschung begleitende Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit mangelt, da diese bei der Projektantragstellung bzw. in den Forschungsprogrammen nicht explizit vorgesehen ist;

So mussten beispielsweise im Falle der Ökosystemforschung im schleswig-holsteinischen Wattenmeer die Pressearbeit, Schulungen und Vorträge aus Eigenmitteln des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holstein finanziert werden.

- es den Forschenden häufig an Engagement sowie Aus- und Weiterbildung im Bereich der Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit fehlt. Die Forschenden sehen sich grundsätzlich mit dem Problem konfrontiert, eine anspruchsvolle Forschung zu bewältigen und gleichzeitig die (Zwischen-) Ergebnisse in allgemeinverständlicher Form aufzubereiten. Für

²⁵ Kaum eine Konzeption zur Umweltbildung oder zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung verzichtet auf die Formulierung entsprechender Ziele (z.B. DEHANN & HARRENBURG 1999, REIßMANN 2001).

Letzteres werden i.d.R. keine zusätzlichen Mittel zur Verfügung gestellt, und die Tätigkeit wird bislang häufig nur wenig honoriert.

Trotz der genannten Schwierigkeiten gibt es in der Ökosystemforschung zahlreiche Positivbeispiele für erfolgreiche Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit. Zu den dominierenden Formen der Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit gehören (u.a. FBE 2002):

- die Erstellung von Broschüren und deren Verteilung an Ämter, Lehrerfortbildungs-Seminare usw. (z.B. deutsche Vorhaben der Wattenmeerforschung);
- Internetpräsentationen (wie z.B. für das ICP oder das BITÖK; in der dritten Phase der Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seen wurde ein Themenbereich „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“ eingerichtet. Die sehr erfolgreiche Medienarbeit mündete u.a. in eine Kooperation mit dem Umweltministerium des Landes Schleswig-Holstein zum Aufbau des InfoNet-Umwelt, des offiziellen schleswig-holsteinischen Internet-Portals für Umweltinformation);
- Präsentationen und Diskussionen in Presse, Rundfunk und Fernsehen (wie u.a. im Rahmen des LTER in den Rocky Mountains, der Waldökosystemforschung in Göttingen/Solling und der Wattenmeerökosystemforschung, KAISER et al. 2002: 160);
- Veranstaltung von Führungen auf den Forschungsflächen: Die Zielgruppe sind dabei nicht nur Forschende, sondern ebenso auch Angehörige aus der Verwaltung (z.B. WET-Projekte Schleswig-Holstein), Schulen (z.B. Bodenseeprojekt / SFB 248 der DFG Stoffhaushalt des Bodensees) und relevante Nutzergruppen (z.B. FAM);
- Information und Schulung von Multiplikatoren (z.B. wurden in der Wattenmeerökosystemforschung Ziele und Inhalte des Vorhabens mit den Wattführer als den wichtigsten Multiplikatoren vor Ort diskutiert, KAISER et al. 2002: 160);
- Einrichtung von Lehrpfaden (z.B. im Nationalpark Hohe Tauern zur Präsentation der Ergebnisse der glaziologischen Forschung an der Universität Innsbruck) und Ausstellungen (z.B. „Watt und mehr“ im niedersächsischen Teilvorhaben der Wattenmeerökosystemforschung, KAISER et al. 2002: 161);
- Veranstaltung von Diskussionsforen mit Akteuren im politischen Raum (im Rahmen des FAM-Projektes wurden solche Diskussionsforen u.a. mit dem Bauernverband sowie Kommunal- und Landespolitikern abgehalten);
- Veranstaltung wissenschaftlicher Konferenzen, Workshops und Seminare (wie z.B. begleitend zum IBP sowie zu NSSE und HIBECO; im WET-Projekt Schleswig-Holstein wurden projektbegleitend gut besuchte Seminare in der Umweltakademie veranstaltet);
- Veranstaltung von Tagen der offenen Tür (das FAM-Projekt konnte in diesem Rahmen bisher ca. 30.000 Besucher empfangen);
- Ausarbeitung von Unterrichtseinheiten für Schüler und die Lehrerfortbildung (im FAM-Projekt wurden auf diese Weise in einem Sommerhalbjahr ca. 1.600 Schüler und ca. 100 Lehrer erreicht, im Vorhaben „Biodiversität und Ökosystemfunktionen in bewirtschafteten Grünländern“/Universität Jena wurden Filme für den Schulunterricht produziert; das Ökologie-Zentrum Kiel kooperiert mit dem schleswig-holsteinischen BLK 21-Programm zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung zur Bewertungs- und Indikatorenthematik).

Auch in den meisten der o.g. Projekte beschränkt sich die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit jedoch auf einzelne, zeitlich begrenzte Aktionen, und es gibt keine längerfristig angelegte Bildungs- und Informationsstrategie. Herausragende Ausnahmen im deutschen Raum sind sicher das FAM-Projekt und die MAB 6-Forschung in Berchtesgaden, im Rahmen derer auch in größerem Umfang, z.T. mit selbständig agierenden Gruppen mit spezifischen Zuständigkeiten Aktivitäten der Bildungs- und Öffentlichkeit unternommen werden konnten. Theoretische Impulse hat die Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette geliefert: Im Rahmen der projektbegleitenden Inter- und Transdisziplinaritätsforschung wurden Zielgruppenanalysen vorgenommen und didaktische Reflexionen zur Themenwahl und Präsentation der Ergebnisse angestellt.

Als weiteres positives Beispiel aus dem internationalen Raum sei die Ökosystemforschung in den Everglades erwähnt. Hier werden parallel zur Forschung vom South Florida Water Management District auch von den Medien begleitete Bildungsprogramme zur umweltgerechten Wassernutzung durchgeführt (ebd.).

Die Bedingungen für eine die Ökosystemforschung begleitende effektive Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit sind heute aufgrund der zur Verfügung stehenden IT-Methoden so günstig wie noch nie (FBE 2002). Gerade bei der Veranschaulichung komplexer Systemreaktionen kann - als Kombination aus realen Beobachtungsdaten mit Simulationsexperimenten - die IT wertvolle Unterstützung leisten.

Der zweibändige Umweltatlas Wattenmeer ist ein solch positives Beispiel für die Nutzung von IT-Methoden und die populärwissenschaftliche Darstellung komplexer Projektinhalte (FBE 2002, KAISER et al. 2002: 161).

Trotz aller technischer „Verführungen“ ist die umweltbezogene Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit aber nur dann erfolgreich, wenn dem „direkten, sinnlichen Landschaftserleben“ (FBE 2002) sowie der Einsicht in gesellschaftliche und individuelle Handlungsmöglichkeiten eine ebenso große Bedeutung zuerkannt wird wie der Vermittlung eher kognitiver Aspekte. Empirische Ergebnisse der Umweltbildungsforschung deuten darauf hin, dass einseitig naturwissenschaftlich ausgerichtete Bildungsmaßnahmen zu einer unerwünschten „objektivistischen“ Einengung der Auseinandersetzung mit Umweltsystemen führen können (vgl. BÖGEHOLZ 2001). Insbesondere für diese eher „sinnliche“ Bildungsarbeit ist die Ökosystemforschung dazu aufgerufen, geeignete Koalitionen mit anderen Disziplinen zu suchen.

4.6.2 Akademische Umweltbildung

Zu den zentralen Voraussetzungen für eine erfolgreiche akademische Umweltbildung gehören (FBE 2002):

- die Förderung der Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen,
- die Stärkung der Bedeutung von Systemanalyse und Umweltinformatik,
- die Organisation der Zusammenarbeit zwischen ökologisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen einerseits und wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen andererseits,
- die Bearbeitung realer Fallbeispiele als Ansatzpunkte für eine transdisziplinäre Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre und

- die Schulung ökologischer Bewertungs- und Urteilskompetenz.

Hinsichtlich aller genannten Punkte bestehen unmittelbare Zusammenhänge zwischen Ökosystemforschung und Bildungsarbeit. Die Ökosystemforschung kann einerseits Impulse für die Arbeit an den Hochschulen geben und mit positivem Beispiel vorangehen. Andererseits profitiert sie von entsprechend ausgebildetem Personal.

Es besteht Einigkeit darüber, dass die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen an den Hochschulen weiter zu fördern ist (FBE 2002). Während die Zusammenarbeit in multi- und interdisziplinären Forschungsverbünden innerhalb und zwischen Hochschulen i.d.R. als bereits weit entwickelt und gut funktionsfähig gilt, bestehen diesbezüglich in der Ausbildung noch immer große Defizite. Als mögliche Ansatzpunkte für die Förderung der Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen in der Lehre bieten sich an (ebd.):

- fächerübergreifende Lehrveranstaltungen, evtl. an fachübergreifenden Institutionen („Zentren“) angesiedelt,
- die Überwindung der traditionellen Fächerstruktur und die Einführung eines echten Studienfaches „Umweltwissenschaften“, innerhalb dessen die Teildisziplinen Geographie, Geologie, Biologie, Zoologie, Botanik etc. zusammengeführt werden,
- die Förderung integrativer Fähigkeiten beim Lehrpersonal,
- eine stärkere Konzentration von Fördergeldern auf Projekte, die diese Integration fördern (konsequente „leistungsbezogene Mittelzuweisung“).

Als wichtige Voraussetzung gilt auch eine bessere (schulische) Vorbildung in den „harten“ Naturwissenschaften (insbesondere Physik und Chemie) und in der Mathematik. Derzeit gibt es zu wenige Studierende, die hinreichend leistungsstark und motiviert sind, um sich in integrativen Projekten und für eine stärker integrative Ausbildung zu engagieren. Die Hochschulausbildung bleibt daher in vielen Fällen in einer (sektoralen) naturwissenschaftlichen Grundausbildung, beginnend auf einem relativ niedrigen Niveau, stecken und hat nur geringe Möglichkeiten, auf das Niveau stärker integrativer Betrachtungen vorzustoßen (FBE 2002).

Der Systemanalyse und der Umweltinformatik wird durchweg eine große Bedeutung für die akademische Ausbildung zugesprochen. Während Kenntnisse in der Systemanalyse insbesondere für eine Bewährung im akademischen Umfeld, etwa zur Bearbeitung theoretischer Ansätze entscheidend sind, sind profunde Kenntnisse der Umweltinformatik - d.h. von GIS-Techniken, statistischen Auswertungsprogrammen und von Grundkenntnissen im Programmieren - heute eine wichtige Voraussetzung, damit sich die Absolventen auf dem außeruniversitären Arbeitsmarkt behaupten können. Die Ausbildung in den Bereichen Systemanalyse und Umweltinformatik wird jedoch insbesondere außerhalb der naturwissenschaftlichen Fakultäten an den Universitäten noch immer vernachlässigt. Gründe hierfür sind u.a. die häufig (zu) geringen Vorkenntnisse der Studierenden in der Mathematik. Dies macht eine adäquate Ausbildung sehr aufwändig. Häufig lassen sich entsprechende Lehrveranstaltungen nur in kleinen Gruppen durchführen. Die Nachfrage seitens der Studierenden ist aber grundsätzlich hoch (FBE 2002).

Die Förderung der Zusammenarbeit zwischen ökologisch-naturwissenschaftlichen sowie wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen in der Ausbildung wird ebenfalls

als erstrebenswert erachtet. Sie ist jedoch eine große Herausforderung, da vergleichbare Kooperationen bisher auch im Forschungsbereich nicht durchgängig befriedigend realisiert werden (FBE 2002). Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Situation bestehen insbesondere

- in der Durchführung gemeinsamer Projekte und Seminare mit der Bearbeitung konkreter anwendungsbezogener Fragestellungen,
- und in der Veranstaltung fachübergreifender Tagungen und Kolloquien (auch über einzelne Hochschulen hinaus, z.B. in Deutschland gefördert durch die DFG, DBU und den DAAD).

Grundsätzlich wird – begleitend zu einer fundierten naturwissenschaftlichen Ausbildung - die Bearbeitung realer Fallbeispiele (z.B. der Landschaftsplanung) an den Universitäten als motivierend für die Studierenden betrachtet.

Ein international stark beachtetes Beispiel eines entsprechenden fallstudienbasierten Kurses mit einem Fokus in interdisziplinärer Umweltwissenschaft bietet im deutschsprachigen Raum die Sektion Umweltnatur- und Sozialwissenschaften an der ETH Zürich (SCHOLZ & TIETJE 2002).

Als weiterer Baustein einer erfolgreichen universitären Umweltbildung wird die Schulung ökologischer Bewertungs- und Urteilskompetenz betrachtet (FBE 2002). Die normativen Grundlagen umweltwissenschaftlicher oder umweltpolitischer Bewertungen und Entscheidungen, die Technik ziel- und mittelrationaler Bewertungsverfahren sowie Grundlagen der Entscheidungstheorie werden jedoch bisher kaum vermittelt. Für ein hinreichend reflektiertes Arbeiten in allen anwendungsorientierten Bereichen der Ökosystemforschung, in denen eindeutige rechtliche Grundlagen fehlen, ist eine Grundbildung im Bereich Bewerten und Urteilen unabdingbar. Statt dessen ist die Lehre fast ausschließlich auf die Vermittlung von Fachwissen und Wissen im methodisch-technischen Bereich ausgerichtet. Auch für den grundlagenwissenschaftlich orientierten akademisch Forschenden sind entsprechende Kompetenzen nützlich, um die Reichweite der eigenen Aussagen in anwendungsnahen Kontexten abschätzen zu können.

Ein Ausbildungsschwerpunkt im Bereich Bewertungs- und Urteilskompetenz sollte vermitteln, wie die deskriptive Disziplin Ökologie wissenschaftstheoretisch einwandfrei – und damit auf eine legitimierte Art erfolgversprechend – mit normativen Fragestellungen umgehen kann. Hauptzielrichtung wird in der Regel die nachvollziehbare, fehlschlussfreie und an den Informationserfordernissen der Entscheidungsträger orientierte Generierung und Aufbereitung ökosystemaren Wissens für gesellschaftliche Entscheidungsprozesse sein (vgl. BARKMANN 2002). Ist das Wissen in naturschutzfachliche und umweltpolitische Zielfindungs- und Bewertungsverfahren einzubringen, ist weiterhin eine Kenntnis der einschlägigen Rechtsnormen erforderlich. Entsprechende Lehrangebote z.B. zur Entscheidungstheorie gibt es zwar an vielen Universitäten, es fehlt aber an Ansätzen, welche die spezifischen Stärken der Ökosystemforschung nutzen. Zurückgeführt wird dies u.a. auf einen Wandel des Planungsverständnisses, der zu einer Abwendung von der Expertenplanung und Hinwendung zur kooperativen, partizipativen Planung sowie zu einer Stärkung der informellen gegenüber den formalen Planungsinstrumenten führt (FBE 2002).

4.7 Impulse für ein „Ökosystem-Management“

In den vorangegangenen Kapiteln sind die Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik und Planung diskutiert worden. Unter der Überschrift „Ökosystem-Management“ soll es im Folgenden darum gehen, übergeordnete Leitvorstellungen für das Management von Ökosystemen kurz zu skizzieren. Alle vorgestellten Ansätze und Leitlinien haben gemeinsam, dass die Erkenntnisse der Ökosystemforschung wesentlich zu ihrer Entwicklung oder auch Präzisierung beigetragen haben. Ferner sind alle Ansätze eng mit der Nachhaltigkeitsdebatte verknüpft.

4.7.1 Der Ökosystemare Ansatz der Biodiversitätskonvention

Ausgehend von den Pariser Empfehlungen des SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific Technical and Technological Advice, 1995) zur Förderung ganzheitlicher Ansätze des Schutzes und der nachhaltigen Nutzung der Biodiversität entwickelte sich der „Ökosystemare Ansatz“ zum grundlegenden Rahmen für die Umsetzung der Biodiversitätskonvention (CBD). Wegweisende Ergebnisse wurden in den Folgejahren auf den internationalen Workshops der IUCN in London (Sibthorp 1996) sowie in Malawi (1998, veranstaltet von den Regierungen von Malawi und den Niederlanden sowie dem CBD-Sekretariat) erzielt. Anlässlich der 5. Vertragsstaatenkonferenz 2000 in Nairobi wurde der ökosystemare Ansatz offiziell beschlossen (Entscheidung V/6). Zentrale Leitlinien für die Umsetzung der CBD lassen sich den Prinzipien des ökosystemaren Ansatzes entnehmen, die auf die 1998 entworfenen 12 sogenannten Malawi-Prinzipien zurückgehen.²⁶

Der Ökosystemare Ansatz der CBD ist in wesentlichen Zügen von den Ergebnissen der Ökosystemforschung geprägt worden. So fordert er ein angepasstes Management, das der Komplexität und Dynamik von Ökosystemen gerecht wird und darüber hinaus berücksichtigt, dass die Kenntnisse zu Ökosystemen und ihrem Funktionieren noch immer unvollständig sind (KORN 2002, s. „Materialien“ 8). Im Zuge der Diskussion um die Malawi-Prinzipien wurden die im Folgenden aufgeführten allgemeinen Richtlinien zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Biodiversität formuliert, die unmittelbar ökosystemares Gedankengut aufnehmen (OESCHGER 2000):

- Eine Schlüsselkomponente des ökosystemaren Ansatzes umfasst die Erhaltung der Ökosystemstrukturen und Ökosystemfunktionen (Prinzip 5). Ökosysteme müssen in den Grenzen ihrer Funktionsfähigkeit gemanagt werden (Prinzip 6).
Der Ökosystemare Ansatz strebt danach, die biologische Diversität als eine kritische Komponente beim Schutz von Ökosystemen gegenüber exzessiven Störungen zu erhalten. Auch die Aufrechterhaltung der Ökosystemfunktionen und die Erhaltung der ökologischen Integrität werden angestrebt. Ökosysteme sind dynamisch in Zeit und Raum, aber ihre Resilienz hat Grenzen, die definiert werden müssen, um die menschliche Nutzung nachhaltig gestalten zu können.
- Ökosystem-Manager sollten die (tatsächlichen und potenziellen) Effekte beachten, die ihre Aktivitäten auf benachbarte und andere Ökosysteme haben (Prinzip 3).
Die Ökosysteme, die wir mental definieren, sind keine geschlossenen Systeme. Sie überlappen, greifen ineinander und wechselwirken miteinander. Der Ansatz erfordert eine

²⁶ <http://www.biodiv-chm.de/Info-Texte/%D6ko-Ansatz.html>

breite Perspektive und das Erkennen, dass Komplexität und Funktion eines bestimmten Ökosystems stark von benachbarten Systemen beeinflusst werden.

- Ökosystemmanagement muss von der Tatsache ausgehen, dass Veränderungen unvermeidlich sind (Prinzip 9).
Der Ökosystemare Ansatz erkennt, dass soziale und kulturelle Faktoren die Ressourcennutzung beeinflussen und dass diese sich mit der Zeit verändern. Ökosysteme haben stets mehrere potenzielle Entwicklungsmöglichkeiten, die sich nicht klar determinieren lassen. Das Management muss daher flexibel und anpassungsfähig sein.
- Der ökosystemare Ansatz muss das Management auf die jeweils angemessenen Raum-Zeit-Skalen abstimmen.
Eine klare Identifikation der angemessenen räumlichen und zeitlichen Skalen ist unerlässlich für den Erfolg des Ökosystemaren Ansatzes. Regierungsorgane, NGO's und lokale Gemeinden müssen bei der Bestimmung der unterschiedlichen Arbeitsebenen des Ökosystemmanagements gewinnbringend zusammenarbeiten. Zusätzlich zu den ökologischen, ökonomischen, sozialen und politischen Gegebenheiten in den betroffenen Managementgebieten ist außerdem gebührende Rücksicht auf die Rahmenbedingungen der internationalen Politik und auf externe Umwelteinflüsse zu nehmen.
- Aufgrund der einander überlappenden zeitlichen Größenordnungen der ökosystemaren Prozesse und der oft verzögerten Reaktionen sollten die Ziele des Ökosystemmanagements langfristig gesetzt werden (Prinzip 8).
Ökosysteme sind durch eine Vielzahl einander zeitlich komplex überlappender Prozesse gekennzeichnet. Hinzu kommt das Auftreten verzögerter Reaktionen, beispielsweise durch die schleichende Erschöpfung von Pufferkapazitäten. Diese Reaktionsmuster stehen im Konflikt zum menschlichen Bestreben, kurzfristigen Gewinne und sofortigem Nutzen gegenüber langfristigem zukünftigem Nutzen größere Bedeutung beizumessen.

Die anfänglich stark theorielastige Auseinandersetzung mit dem Ökosystemaren Ansatz führte alsbald zu der Erkenntnis, dass es zu seiner Konkretisierung und Ausgestaltung vielmehr praktischer Beispiele bedarf (in Trondheim 1999, Pathfinder Workshops in Südafrika, Südamerika und Südostasien im Jahr 2000, MALTBY: "moving the ecosystem approach from principles to practice").

Mit der Studie von OESCHGER (2000) wurde die Ökosystemforschung Wattenmeer als Fallstudie für die Umsetzung des Ökosystemaren Ansatzes der CBD untersucht. Die Untersuchung ergab, dass eine Umsetzung aller 12 Malawi-Prinzipien in dem Forschungsvorhaben grundsätzlich stattgefunden hat (s. Kurzfassung der Ergebnisse in „Materialien“ 11). Die Studie belegt damit auch, wie eng sich Forschung und Management verzahnen lassen.

4.7.2 Die Leitlinie "Ecosystem Health"

Eine weitere Leitlinie für das Ökosystemmanagement, die wesentlich auf Erkenntnissen der Ökosystemforschung aufbaut, ist das Konzept der "Ecosystem Health". Sie wurde in den USA im Verlauf der Nachhaltigkeitsdebatte entwickelt. NORTON (1993) benennt die folgenden Grundlagen des Konzeptes:

1. Natur ist weniger ein Arrangement von Objekten als vielmehr ein Gefüge von Prozessen, die alle ökosystemaren Eigenschaften dynamisch erhalten, mit denen sich Ökosysteme

entwickeln und altern. Die Dynamik von Ökosystemen muss ein entscheidendes Kriterium für ihre Zustandsbewertung sein.

2. Alle Prozesse sind mit allen Prozessen verknüpft. Indirekte Verknüpfungen sind häufig wichtiger als direkte. Für Konzepte der Umweltindikation ist festzuhalten, dass die Interaktionen in Ökosystemen von entscheidender Bedeutung sind.
3. Ökosystemare Prozesse laufen auf unterschiedlichen Scales ab. Folglich muss bei der Bewertung von Ökosystemzuständen von verschiedenen raum-zeitlich differenzierten hierarchischen Stufen ausgegangen werden, die intensiv zusammenwirken (vgl. MÜLLER 1992).
4. Ökosystemare Prozesse sind kreativ. Die Energieflüsse durch Ökosysteme ermöglichen deren selbstorganisierte Fortentwicklung. Eine wesentliche Charakteristik lebender Systeme ist ihre Fähigkeit zur Selbstorganisation. Für Indikationsfragen ist es daher von großer Bedeutung, das Selbstorganisationspotenzial der jeweiligen Systemzustände zu erfassen.
5. Ökosysteme sind unterschiedlich empfindlich und resilient. Nicht nur die verschiedenen Belastbarkeiten ihrer Teile, sondern auch deren Zusammenwirken im Sinne einer Resilienz auf Systemebene sollten bei allen Umweltmanagement-Maßnahmen Berücksichtigung finden.

Auf diesen Grundsätzen aufbauend existieren verschiedene Definitionsansätze für das Konzept "Ecosystem-Health". HASKELL et al. (1993) halten ein Ökosystem für gesund, „wenn es stabil und nachhaltig ist, wenn es aktiv ist, seine Organisation und Autonomie aufrecht erhält und wenn es sich gegenüber Stress resilient verhält“. ULANOWICZ (1993) beschreibt ein „gesundes“ Ökosystem dagegen wie folgt: „Ein gesundes Ökosystem zeichnet sich dadurch aus, dass seine Trajektorie in Richtung Klimax unempfindlich ist und dass es gegenüber Einflüssen, die es auf frühere Sukzessionsstadien zurückwerfen würden, resilient reagiert.“ COSTANZA (1993) beschreibt "Ecosystem Health" kurz als „Eigenschaft, die sich aus den Komponenten Lebenskraft (vigor), Organisation und Resilienz zusammensetzt. Nach KAY (1993) ist "Ecosystem Health" „die Fähigkeit von Ökosystemen, ihren Optimalzustand unter normalen Umweltbedingungen zu erhalten.“

„Gesundheit“ kann also aus unterschiedlichen Blickwinkeln heraus definiert und bewertet werden. Unter einem gesunden System kann ein dynamisches System verstanden werden, das sich nahe dem Zustand des Fließgleichgewichts bewegt. Ebenso kann „Gesundheit“ aber auch unter dem Gesichtspunkt der Strukturerhaltung als Stabilitäts- oder Resilienzgröße betrachtet werden, oder sie wird einfach als Abwesenheit von Krankheit definiert.

Die Leitlinie der "Ecosystem Health" wird zwar in wissenschaftlichen Kreisen intensiv diskutiert. Es fehlt bislang aber an einem operationalisierbaren Umsetzungskonzept.

4.7.3 Die Leitlinie „Ökologische Integrität“

Von der deutschsprachigen Umwelt- und Naturschutzdiskussion nahezu unbemerkt wird auch die „Integrität“ ökologischer Systeme ("ecosystem/ecological integrity") international rege diskutiert. Verweise finden sich inzwischen in nahezu allen internationalen Dokumenten, die sich der Beschreibung von Zielvorstellungen des biologischen Umweltschutzes widmen (s. Brundtland-Bericht, Rio-Deklaration und Agenda 21, vgl. BARKMANN et al. 2001a).

Die Ursprünge des Begriffs gehen auf die 40er Jahre des vorangegangenen Jahrhunderts zurück. Aldo Leopold, der Wegbereiter der ökologisch orientierten Naturschutzbewegung in den USA verstand unter "integrity" in recht unspezifischer Weise eine „Unversehrtheit“ ökologischer Systeme, die für die Stabilität der "biotic community" von entscheidender Bedeutung sei. Aus einem organismischen Blickwinkel auf ökologische Systeme setzt Leopold deren „funktionale Integrität“ mit ihrer „Gesundheit“ gleich (LEOPOLD 1991 in BARKMANN et al. 2001a: 97). Eine weitere Etablierung erfuhr der Integritätsbegriff mit seiner Übernahme in die Ergänzung des "Clean Water Acts" der US-amerikanischen Gesetzgebung 1972 (zum Schutz der „biologischen Integrität“ der US-amerikanischen Gewässer). Eine handhabbare Definition von "integrity" erfolgte jedoch auch in diesem Zuge nicht. Ab etwa 1980 wurden ökologisch spezifizierte Vorschläge für die Operationalisierung der biologischen Integrität vorgelegt. So definieren KARR & DUDLEY (1981) die ökologische Integrität als „die Fähigkeit eines ökologischen Systems, eine balancierte, integrierte und anpassungsfähige Organismengemeinschaft sowie eine naturnahe, regional typische funktionelle Organisation aufzubauen und zu erhalten.“ Der Begriff findet in Folge zunehmend Eingang in weitere nationale und internationale Regelungen zum Ökosystemschutz (BARKMANN et al. 2001a). Noch heute besteht jedoch keine Einigkeit über die Definition des Begriffes (s. auch KAY 1993 und WOODLEY et al. 1993). Zusätzlich zu einem Ansatz, der an strukturellen Eigenschaften ökologischer Systeme ansetzt, befürworten mehrere Autor(innen) die Verknüpfung des Integritätsbegriffs mit dem der „Selbstorganisation(-sfähigkeit) von Ökosystemen“.

So betont die „Kieler Interpretation“ von Ökologischer Integrität die Notwendigkeit, angesichts der heute noch nicht erkannten oder nicht erklärbaren²⁷ Risiken der Umweltnutzung, im Rahmen eines nachhaltigen Landschaftsmanagements diejenigen Eigenschaften von Ökosystemen zu stärken, die diesen eine möglichst große Widerstandskraft gegenüber unbekannten Gefährdungen verleihen:

„Ökologische Integrität ist eine Leitlinie zur Vorsorge vor unspezifischen ökologischen Gefährdungen im Rahmen nachhaltiger Entwicklung. Sie zielt darauf, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes als natürliche Lebensgrundlage des Menschen langfristig zu erhalten, indem jene ökosystemaren Prozesse und Strukturen geschützt werden, welche die Voraussetzungen für die Selbstorganisationsfähigkeit von Ökosystemen bilden“ (BARKMANN et al. 2001a: 99). Zur Operationalisierung des Integritäts-Konzeptes werden acht Indikatoren vorgeschlagen, mit Hilfe derer – eine entsprechende Datenlage vorausgesetzt – die Selbstorganisationsfähigkeit von Ökosystemen quantifizierbar gemacht werden kann (vgl. Funktionalitätsindikatoren in Kap. 4.5.2).

4.8 Zusammenfassende Auswertung

Mit der Ökosystemforschung ist das Wissen um die Ökologie von Systemen, Populationen und Organismen gewachsen. Heute ist weitgehend bekannt, wie die Systeme z.B. auf Veränderungen ihrer Umgebung wie erhöhte SO_4 -Konzentrationen oder vermehrten Stickstoffeintrag reagieren. Letztendlich ist eine große Datenfülle über die unterschiedlichsten Ökosysteme weltweit und deren Veränderungen über viele Jahre hinweg erzeugt worden (WS 2002), auch wenn eine Grundentschlüsselung der Strukturen, Funktionen und Prozesse der

²⁷ Unter nicht erklärbaren Risiken werden Risiken verstanden, bei denen weder spezifische Gefährdungsursachen noch spezifisch gefährdete Elemente der Umweltsysteme identifiziert werden können.

Ökosysteme nicht in jedem Falle gelingen konnte. Viele der komplexen Datensätze aus der Ökosystemforschung harren noch einer vertieften und systematischen Auswertung, und insbesondere aus der standortübergreifenden Interpretation sind in Zukunft interessante Erkenntnisfortschritte zu erwarten.

KAISER et al. (2002) haben in der kritischen Diskussion und Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer geschlussfolgert, dass eine solche Grundentschlüsselung nicht - wie angestrebt - in umfassender Weise für das Wattenmeer realisiert werden konnte. Vielmehr wurde die ursprünglich breite Zielsetzung auf „beforschbare Fragestellungen“ eingeengt (REISE 1997 in KAISER et al. 2002: 125).

Die Nutzung von Ökosystemen (sowohl ihrer Produkte als auch von Technologien zu ihrem Management) hat sich mit dem Zuwachs von Erkenntnissen über Ökosysteme in vielen Bereichen grundlegend verändert. Die Ökosystemforschung konnte Wissen darüber erwerben und verbreiten, welche ökonomischen und sozialen Konsequenzen mit Veränderungen von Ökosystemen verbunden sind (z.B. Veränderungen der Produktivität von Systemen oder Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit, WS 2002).

Die Ökosystemforschung hat ebenso zu einer erheblichen Erweiterung des methodischen Repertoires in der Forschungslandschaft geführt. Insbesondere die Berücksichtigung der Aktivitäten des Menschen bei der Formulierung der Forschungsfragen brachte auf der Grundlage des naturwissenschaftlich-ökosystemaren Faktenwissens neue, auch methodische Herausforderungen und Erkenntnisse mit sich (WS 2002).

Der Ökosystem-Ansatz hat sich grundsätzlich insofern auf die ökologische und umweltbezogene Grundlagenforschung und die Forschungslandschaft ausgewirkt, als er zu einer Zusammenführung von Bio- und Geowissenschaften in der Forschung geführt hat. Ökologie (und insbesondere Ökosystem-Ökologie = "systems ecology") wird seitdem nicht mehr nur noch als Teil der Biologie, sondern als ganzheitliche Wissenschaft verstanden, in der verschiedene Disziplinen in fruchtbaren Wettbewerb zueinander treten und synergistische Resultate erzielen können. Interdisziplinarität ist in der Ökosystemforschung gelebt worden, auch wenn zuzugestehen ist, dass eine konsequente Integration des Kenntnisstandes der Sozial- und Ingenieurwissenschaften, also eine noch konsequentere Umsetzung des Interdisziplinaritätsgedankens wünschenswert wäre. Modelle haben neben Experimenten und systemtheoretischen Untersuchungen entscheidend dazu beigetragen, die Kommunikation zwischen den beteiligten Disziplinen zu fördern (WS 2002).

Systemtheoretische Ansätze angewandter Ökosystemforschung besitzen jedoch den grundsätzlichen Nachteil, dass sie auf einer rein beschreibenden Theorie des Verhaltens und der Steuerung von Systemen aufsetzen. Eine Reflexion auf die normativen Probleme angewandter Ökosystemforschung – einschließlich einer Reflexion auf eine wissenschaftstheoretisch angemessene Konzeption angewandter Ökosystemforschung selbst – ist daher theorieintern nicht möglich (vgl. BARKMANN 2002). In realen Anwendungszusammenhängen ergeben sich jedoch sehr häufig Probleme durch eine unzureichend geklärte normative Basis. Es bieten sich jedoch durchaus Ansatzpunkte zu einer fruchtbaren systemtheoretischen Bearbeitung dieser Probleme. Beispielsweise könnte die Setzung der systemtheoretischen „Sollwerte“ auf Grundlage von Methoden erfolgen, die den partizipativen und diskursiven Ansätzen einer deliberativen Demokratie verpflichtet sind. Auf dieser Grundlage bietet sich eine stark verbreiterte Gesprächsbasis sowohl für die interdisziplinäre Kooperation mit geis-

teswissenschaftlichen Fächern als auch in der transdisziplinären Kooperation mit Bürgern „vor Ort“.

Die Durchführung der großen Ökosystemforschungsvorhaben wurde wesentlich damit begründet, dass Ökosystemforschung gegenüber der disziplinär angelegten Forschung einen Mehrnutzen erbringt, der mit der intensiven Kommunikation zwischen den einzelnen Disziplinen begründet ist (von KAISER et al. 2002 wurde hierfür der Begriff des „Sondernutzens“ der Ökosystemforschung aufgenommen). Der Nachweis, dass dieser Mehrnutzen in den abgeschlossenen Vorhaben tatsächlich erzeugt worden ist, lässt sich nur schwer erbringen. Mögliche Beurteilungskriterien wurden ausführlich von KAISER et al. (2002: 122 ff.) diskutiert. Von DASCHKEIT (1998 in KAISER et al. 2002: 124) wurde festgehalten, dass eine Bewertung interdisziplinärer Forschung nur projektspezifisch möglich ist und Kriterien hierfür daher nicht verallgemeinerungsfähig sind. Ferner wird darauf hingewiesen, dass eine solche Bewertung nur dann möglich ist, wenn der zu erreichende Mehr- oder „Sondernutzen“ und die projektspezifischen Bewertungskriterien bereits zu Projektbeginn festgelegt werden. Dies ist auch in den Ökosystemforschungsvorhaben, die sich um eine kritische Reflexion ihrer Organisation und Struktur bemüht haben (hierzu gehören u.a. das Solling-Projekt, die MAB 6-Forschung in Berchtesgaden und die Ökosystemforschung Wattenmeer), nicht erfolgt (u.a. ebd.: 169).

Die zum Abschluss der Ökosystemforschung Wattenmeer im Rahmen einer kritischen Selbstreflexion durchgeführten Interviews hatten zum Ergebnis, dass die wissenschaftlichen Ergebnisse des Verbundprojektes von nahezu allen Befragten als umfangreicher eingeschätzt werden als die von Einzelprojekten. Diese positive Beurteilung wird mit Synergieeffekten zwischen den Teilprojekten und der interdisziplinären Beantwortung übergeordneter Fragestellungen begründet. Zur Quantifizierung dieses Erfolgs fehlt es jedoch an geeigneten Kriterien (KAISER et al. 2002: 124).

Ökosystemforschung hat den Anspruch, Beiträge zu einer nachhaltigen Nutzung der Ökosysteme zu liefern. Insbesondere in den jüngeren deutschen (anwendungsbezogenen) Vorhaben – wie der Waldökosystemforschung und der Wattenmeerökosystemforschung – ist es gelungen, aus der Ökosystemforschung unmittelbar praxisrelevante Aussagen und konkrete Managementempfehlungen abzuleiten. Für die Wattenmeerökosystemforschung sind diese Beiträge ausführlich in KAISER et al. (2002: 127 ff.) dargestellt worden. In vielen anderen Vorhaben war es jedoch nicht möglich, die Forschungsergebnisse im Rahmen einer umfassenden Projektsynthese auf managementrelevante Aussagen zu verdichten.

Die Erfahrungen in den abgeschlossenen Vorhaben haben deutlich gemacht, dass eine direkte Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse für Politik, Planung und Management nur dann gewährleistet ist, wenn die Anwenderseite – im Sinne von Transdisziplinarität (s. Kap. 4.1.) - bereits während der Vorhabenslaufzeit an Entscheidungen über Projektziele, thematische Vertiefungen, Methoden etc. beteiligt wird. Das heißt, die Anwender sollten nicht nur als Akzeptoren des Forschungsoutputs verstanden werden, sondern ihre Kenntnisse und Erfahrungen im Ökosystemmanagement sollten auch als wesentliche Inputgrößen in die Forschung betrachtet werden. Kommunikationsprobleme zwischen Forschern und Anwendern haben in der Vergangenheit immer wieder dazu geführt, dass empirisches, erfahrungsbasiertes Wissen zum Management von Ökosystemen verloren gegangen ist und keinen Eingang in die Forschung gefunden hat (WS 2002).

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

5.1 Empfehlungen für die künftige Ökosystemforschung

Für eine zukunftsweisende Fortführung der Ökosystemforschung wird es – auch zur Erschließung der hierfür erforderlichen Finanzmittel (s. Kap. 5.2) - erforderlich sein, attraktive strukturelle und inhaltliche Perspektiven für die Ökosystemforschung zu entwickeln. Sowohl innerhalb der Fragebogenerhebung als auch im Rahmen des Workshops (insbesondere Arbeitsgruppe D, s. „Materialien“ 9.4) wurden strukturelle und inhaltliche Perspektiven für die Ökosystemforschung diskutiert, die im Folgenden zusammenfassend wiedergegeben werden. Diese Ausführungen berücksichtigen nicht die mit der technischen Entwicklung (insbesondere im IT-Bereich) einher gehenden Weiterentwicklungen der Ökosystemforschung.

5.1.1 Inhaltliche Empfehlungen für die künftige Ökosystemforschung

Im Grundsatz wünschen sich sowohl Forscher als auch Anwender für die Forschungszukunft einen engeren wechselseitigen Austausch. Die Landnutzer sollen mit ihrem empirischen Wissen sehr viel stärker als bisher in die Forschungsarbeit eingebunden werden. Dies bedeutet zwar eine stärkere Orientierung der Ökosystemforschung an anwendungsbezogenen Themen, aber keineswegs eine prinzipielle Absage an die Grundlagenforschung. Denn nur wenn es weiterhin möglich sein wird, ohne den Druck eines unmittelbaren Anwendungsbezugs auch grundlegende Themen zu bearbeiten, können bislang ungelöste theoretische Fragestellungen bearbeitet werden, die ggf. wichtige Perspektiven für Anwendungen in fernerer Zukunft eröffnen (WS 2002).

5.1.1.1 Entwicklung von Instrumenten und Methoden

Im Hinblick auf die Entwicklung von (anwendungsrelevanten und praxistauglichen) Instrumenten sollte insbesondere den folgenden Forschungsfragen größeres Gewicht beigemessen werden (WS 2002):

- Wie lassen sich die Ergebnisse von Einzelfallstudien auf andere Räume und auf andere Betrachtungsebenen übertragen? Für welche Skalenebenen lassen sich sinnvollerweise welche Modelle entwickeln und einsetzen? (WS 2002)

Hierzu bedarf es geeigneter Methoden zur Bewältigung der Vielfalt skalenabhängiger Beziehungen zwischen Strukturen und Funktionen in Ökosystemen (WS 2002). Die Bereitstellung entsprechender Methoden und Instrumentarien würde insbesondere planerische und politische Entscheidungen für Regionen mit geringer Datenverfügbarkeit (low data – high output) erleichtern bzw. fundieren (FBE 2002).

- Wie lässt sich die prognostische Aussagekraft der Ökosystemforschung verbessern? (WS 2002)

Es sollten vertiefende Kenntnisse im Bereich der dynamischen Systemtheorie erworben und praxistaugliche Szenariotechniken entwickelt werden.

- Wie lässt sich die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Forschungsdisziplinen sowie zwischen Forschern und Anwendern verbessern? (WS 2002)

Zu diesem Zwecke sollte die Entwicklung integrativer Modelle als Kommunikationsplattform weiter vorangetrieben werden.

- Welche Größen sind geeignet, Veränderungen der Strukturen und Funktionen von Ökosystemen möglichst einfach zu beschreiben? (WS 2002)

Es besteht weiterer Diskussionsbedarf bezüglich der Entwicklung relevanter (auch aggregierter) Umweltindikatoren.

Modellen kommt in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung zu. Ein Schwerpunkt der Modellentwicklung sollte dabei insbesondere auf die Entwicklung leicht handhabbarer Modelle gelegt werden. Anforderungen an die Modellentwicklung wären u.a. (FBE 2002):

- die Entwicklung und Validierung von Modellsystemen auf verschiedenen Skalenebenen und für verschiedene Anwendungs- bzw. Forschungsfragen;
- die Verbesserung der Sensitivitätsanalyse und –dokumentation von Modellen;
- die systematische Testung der vorhandenen Modelle hinsichtlich ihres Vorhersage- und Genauigkeitsbereichs: dies gilt im Grundsatz für alle Modellklassen, in besonderer Weise jedoch für komplexe Modelle, die eine größere Zahl von Prozessen abbilden sollen; die Konsequenzen der Unschärfen bei der Prozessparametrisierung und den Umweltbedingungen müssen stärker als bisher bei Prognosen berücksichtigt und ausgewiesen werden;
- die Schaffung von Verknüpfungen zwischen bestehenden (sektoralen) Modellen, um z.B. eine systemadäquate Abbildung des Stofftransports und der -transformation zu ermöglichen;
- die Verbesserung der Bedingungen für eine Abbildung der dynamischen Eigenschaften von Ökosystemen.

In methodischer Hinsicht wird eine stärker experimentelle Orientierung der Ökosystemforschung, d.h. die Durchführung von „in situ“-Experimenten in den Ökosystemen empfohlen. Davon erhofft man sich u.a. größere Prognosesicherheiten (WSE 2002).

5.1.1.2 Thematische Schwerpunkte

Hinsichtlich relevanter Forschungsthemen und –fragestellungen wird Vertiefungsbedarf insbesondere gesehen für die Untersuchung:

- der Bedeutung der (genetischen) Biodiversität für das langfristige Funktionieren von Ökosystemen (zu klären sind noch immer zahlreiche Fragen im Zusammenhang mit Redundanzen in Ökosystemen, dies betrifft insbesondere die Frage, inwieweit sich funktional verwandte Arten oder Artengruppen in Ökosystemen wechselseitig ersetzen können, ohne dass fundamentale Funktionsveränderungen des gesamten Systems stattfinden, WS 2002);
- der Analyse der Entstehung und Vorhersage von nicht ausschließlich exogen bedingten Extremereignissen (interessant wäre u.a. die Frage, inwieweit sich auf der Grundlage einer systematischeren Analyse historischer Ereignisse eine bessere Risikoeinschätzung und Folgenabschätzung erreichen ließen, WS 2002);

- globaler Veränderungen von Ökosystemen und des Umfangs, in dem Ökosysteme regulatorische Funktionen für das globale System übernehmen (z.B. die Klärung der Frage, welche Rolle der Vegetation und den Böden im globalen C- und N-Kreislauf zukommt, in welchem Maße Vegetation und Böden zur dauerhaften Bindung klimarelevanter Gase beitragen und welche Auswirkungen auf die Ökosysteme sowohl mit schleichenden Klimaveränderungen als auch mit Klimaextremen zu erwarten sind, WS 2002);
- von Interaktionen (u.a. Stoff- und Energieaustausch) verschiedener Ökosysteme (in den Blickpunkt sollten zukünftig insbesondere auch urbane Ökosysteme und Verdichtungsräume geraten, KLEYER et al. 1992, WS 2002);
- von Grenzen der Nutzung und Belastbarkeit von Ökosystemen (in diesem Zusammenhang wäre u.a. die wissenschaftlich nachvollziehbare und normativ reflektierte Formulierung von Zielen und Standards der Umweltqualität voranzutreiben; hierzu würde auch die Fortentwicklung der Arbeiten zu Critical Loads und Critical Levels gehören, WS 2002, FBE 2002);
- der Verlagerung, Transformation, Akkumulation und des Abbau von Stoffen in den Umweltmedien (für Deutschland besteht der Wunsch nach einer stärkeren Verknüpfung der Ökosystemforschung mit den Aufgaben der Umweltprobenbank, FBE 2002);
- der Risiken des Einsatzes neuer Technologien (u.a. in der Nahrungsmittelproduktion, insbesondere Beschreibung der Wirkungen des Einsatzes von gentechnisch veränderten Organismen, aber auch von Landnutzungsänderungen, WS 2002) und für eine Präzisierung des Risiko- und Gefahrenbegriffs (FBE 2002).

Mit zahlreichen der oben genannten Instrumente (wie der Verbesserung von Szenariotechniken und von Techniken zur Überwindung von Skalensprüngen, s. Kap. 5.1.1.1) und thematischen Forschungsschwerpunkten (wie der Definition von Umweltqualitäten und Belastungsgrenzen) wäre auch den Anforderungen der Planer nach der Bereitstellung von in der Planungspraxis einsetzbaren Methoden und Verfahren sowie einer stärkeren Verknüpfung der Ökosystemforschung mit rechtsnormativen Vorgaben auf allen Ebenen entsprochen.

Unter Berücksichtigung der Anforderungen an eine stärkere Verknüpfung der ökologischen Forschung mit den Sozialwissenschaften (s. Kap. 5.1.2) sollten zukünftig u.a. die nachstehend genannten Fragestellungen im Zuge der Ökosystemforschung bearbeitet werden (WS 2002):

- Welche gesellschaftliche Wertschätzung genießen materielle Ökosystemgüter (z.B. Trinkwasser aus sauberem Grundwasser) und Ökosystem-Dienstleistungen (z.B. Hochwasserschutz)?
- Wie kann es gelingen, die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Akteursgruppen, die Einfluss auf ökosystemare Strukturen und Prozesse nehmen, zu stärken?
- Welche ökosystemare Relevanz haben Politiken und Programme?
- Wie kann die Bereitstellung entscheidungsrelevanter Informationen für die gesellschaftliche Entscheidungsfindung – und dadurch die Entscheidungsqualität - verbessert werden?

5.1.2 Empfehlungen für räumliche Schwerpunktsetzungen in der künftigen Ökosystemforschung

Grundsätzlich wäre die Einbeziehung weiterer Ökosystemtypen in die Ökosystemforschung gewünscht, um eine höhere Repräsentanz der Forschungsergebnisse erzielen zu können. Während über Ökosysteme der gemäßigten Zone inzwischen eine Vielzahl von Studien vorliegt, werden große Wissens- und Forschungsdefizite insbesondere hinsichtlich der Funktionen von Ökosystemen in Entwicklungs- und Schwellenländern, insbesondere in den Tropen und Subtropen gesehen. In diesen Regionen herrscht ein - im Vergleich zur gemäßigten Zone - eklatantes Missverhältnis zwischen der Kenntnis über die Ökosysteme und den gravierenden Problemen, die mit Änderungen der Landnutzung einhergehen. Diese Forderung erhält besonderes Gewicht vor dem Hintergrund einer noch stärkeren Konzentration der Forschung auf Fragestellungen im Zusammenhang mit globalen Veränderungen der Biosphäre (FBE 2002, s. Kap. 5.1.1.2).

Ferner wird für die Ökosystemforschung der Zukunft neben der Bearbeitung einzelner Ökosystemtypen auch eine stärkere Beachtung von Ökosystemkomplexen bzw. Landschaften empfohlen (FBE 2002).

Um die Kenntnisse über das differenzierte Verhalten unterschiedlicher Ökosysteme zu erweitern, wäre denkbar, für die künftige Ökosystemforschung eher eine räumliche Erweiterung als eine inhaltliche Vertiefung anzustreben (WS 2002). In diesem Zusammenhang wäre es – insbesondere aus Sicht der Planer und Entscheidungsträger – interessant, über ein umfangreiches Set frei zugänglicher, vorzugsweise digital verfügbarer Kartenwerke mit räumlich zugeordneten, ökologisch relevanten Datenbeständen verfügen zu können (FBE 2002).

5.1.3 Organisatorische Empfehlungen für die künftige Ökosystemforschung

Organisation und strategische Vorgehensweisen der Ökosystemforschung sind in den abgeschlossenen Vorhaben vielfach kritisch reflektiert worden. Die Ergebnisse dieser Kritik sind jedoch nur z.T. in Veröffentlichungen und Schlussberichten niedergelegt.

Als wegweisende Ausnahme sei auf die umfassende Projektreflexion der Wattenmeerökosystemforschung in KAISER et al. 2002 hingewiesen. Diese Selbstkritik basiert u.a. auf Interviews, die mit Mitgliedern der Projektleitung, mit Teilprojektleitern, Bearbeitern der Teilsynthesen und Mitarbeitern der beiden beteiligten Nationalparkbehörden in Tönning und Wilhelmshaven durchgeführt wurden.

Kernpunkt der Kritik ist in vielen Fällen, dass Interdisziplinarität nicht konsequent genug realisiert worden ist (FBE 2002). Für dieses Manko werden im Wesentlichen organisatorische und strukturelle Hemmnisse verantwortlich gemacht.

Kritik richtet sich auch auf die unbefriedigende Transformation der Forschungsergebnisse in die Anwendung. Neben der in Kap. 5.1.1 geforderten stärkeren inhaltlichen Orientierung der Forschungsarbeiten an anwendungsrelevanten Themen hat es auch organisatorische und strukturelle Gründe, dass das Potenzial von Beiträgen der Ökosystemforschung für die Bewältigung planerischer und politischer Aufgaben noch nicht als ausgeschöpft gelten kann (FBE 2002).

Die nachfolgend zusammengestellten organisatorischen Empfehlungen zielen daher mit Schwerpunkt auf die Schaffung günstiger Voraussetzungen für die Realisierung interdisziplinärer Arbeitsansätze (als eine nach innen gerichtete Verbesserung von Struktur und Organi-

sation) und die Verbesserung der Voraussetzungen für die Transformation der Forschungsergebnisse in die Anwendung (als eine nach außen gerichtete Verbesserung von Struktur und Organisation). Außerdem werden Möglichkeiten und Chancen einer stärkeren Internationalisierung und Netzbildung angesprochen. Bezüglich der Empfehlungen zur Organisation der einzelnen Projektphasen innerhalb eines Verbundvorhabens sei an dieser Stelle auf die detaillierten Ausarbeitungen von KAISER et al. (2002) verwiesen.

5.1.3.1 Strukturelle Voraussetzungen für gelungene Interdisziplinarität

Strukturell besteht noch erheblicher Bedarf an der Fortentwicklung interdisziplinärer Forschungsansätze. Die Ansprüche an die Ökosystemforschung bedingen dabei, dass Interdisziplinarität nicht allein als eine Kooperation innerhalb der Naturwissenschaften verstanden wird, sondern insbesondere eine weitere Öffnung der Ökosystemforschung in Richtung Sozialwissenschaften unabdingbar ist (DASCHKEIT 1998, WS 2002).

Als Voraussetzung für gelungene Interdisziplinarität in der Ökosystemforschung gilt²⁸:

- eine Professionalisierung und Straffung des Projektmanagements, denn der Diskurs- und Moderationsaufwand für die Durchführung integrativer Ökosystemforschungsvorhaben ist in der Vergangenheit immer wieder unterschätzt worden²⁹: Dem Projektmanagement – z.B. in Form einer Steuergruppe³⁰ - muss es gelingen, die einzelnen Arbeitsgruppen stärker auf das gemeinsame Projektziel hin zu fokussieren und die von den einzelnen Arbeitsgruppen entwickelten wissenschaftlichen Ansätze, deren Bemühungen und Aussagen zu verstehen und in den Gesamtkontext des Vorhabens einzuordnen. Hierzu müsste die Projektleitung über Kompetenzen in vielen unterschiedlichen Disziplinen verfügen, ohne selbst hochspezialisiert zu arbeiten. Die Projektleitung sollte gezielt auf diese Aufgaben hin geschult werden, d.h. es sollte am Aufbau eines Berufsbildes „Projektmanager in der interdisziplinären Umweltforschung“ gearbeitet werden. Letztendlich stellt ein Verbundvorhaben der Ökosystemforschung vergleichbare Kompetenzanforderungen wie eine Firma, in der verschiedene Arbeitsgruppen auf das gemeinsame Betriebsziel hin koordiniert werden müssen. Eine gute Projektkoordination sollte sich in der Erstellung entsprechend integrativ angelegter Syntheseberichte niederschlagen (FBE 2002, WS 2002);
- eine Ausweitung und Präzisierung der Kompetenzen des Projektmanagements / der Steuergruppe (u.a. KAISER et al. 2002): Das Projektmanagement sollte sich als Dienstleister für das Projekt betrachten und (in den Projektanträgen) exakt beschriebene Aufgaben und Kompetenzen haben, für die auch entsprechende Projektmittel eingestellt werden. Hierzu sollte u.a. auch die zentrale Verwaltung der Finanzmittel und Stellen innerhalb des Vorhabens gehören. Das Projektmanagement sollte sich als Liniengeber für das Gesamtprojekt verstehen und von allen Projektbeteiligten mit diesem Auftrag auch respektiert sein. Ihm sollte es auf dieser Basis auch möglich sein, disziplinäre „Ausrei-

²⁸ Zur weiteren Vertiefung sei u.a. auf die Arbeiten von BALSINGER et al. 1996, DASCHKEIT & SCHRÖDER 1998, FRÄNZLE & DASCHKEIT 1997 sowie JAEGER & SCHERINGER 1998 (alle zit. in KAISER et al. 2002 : 116) hingewiesen.

²⁹ Von KERNER et al. 1991 wird der Aufwand für Koordination, Abstimmung und Informationsaustausch auf ca. 10% der Arbeitskapazität geschätzt. DASCHKEIT (1998 in KAISER et al. 2002 : 155) schätzt den Aufwand für interdisziplinäre Arbeitsschritte auf 20% der gesamten zur Verfügung stehenden Arbeitszeit.

³⁰ KAISER et al. (2002) empfehlen eine mindestens fünfköpfige Steuergruppe, bestehend aus zwei Wissenschaftlern, einem Mitarbeiter für Öffentlichkeitsarbeit, einer Person für die organisatorische Kooperation und einer Person mit Zuständigkeit für Sekretariatsaufgaben.

ßerversuche“ der Projektbeteiligten zu sanktionieren und Einflussnahmen der Geldgeber, die der Zielsetzung der Interdisziplinarität widersprechen, abzuwehren (FBE 2002);

- die Schaffung attraktiver Positionen in der Ökosystemforschung: Sollen engagiertes und talentiertes Personal für die Ökosystemforschung gewonnen sowie die Interdisziplinarität und der Teamgedanke in der Ökosystemforschung gestärkt werden, dann muss eine bessere Balance zwischen der Anerkennung von Einzel- und Gruppenleistungen gefunden werden. Das bedeutet, integrative Leistungen und interdisziplinären Erfolge, die für das Team und das übergeordnete gemeinsame Ziel des Vorhabens erbracht werden, müssen adäquate Anerkennung finden und Karrierefortschritte ermöglichen (FBE 2002, WS 2002);
- die Schaffung geeigneter Voraussetzungen für die Beschäftigung projekterfahrenen Personals in Ökosystemforschungsvorhaben: Derzeit bestehen enge Grenzen einer Struktur- und Strategieoptimierung insbesondere an den Universitäten in Deutschland. Infolge der Veränderungen des Hochschulrahmengesetzes besteht die Befürchtung, dass es kaum mehr möglich sein wird, projekterfahrenes Personal u.a. für ein zielgerichtetes und professionelles Management oder aber für eine kontinuierliche und kompetente Projektbearbeitung gewinnen zu können. Aufgrund der Befristung der Tätigkeit von Mitarbeitern des Mittelbaus auf maximal 12 Jahre geht dieses Personal den Universitäten verloren (FBE 2002);
- eine konsequente Ausweitung der Interdisziplinarität über die Naturwissenschaften hinaus, d.h. die Suche nach gezielten Kooperationen auch mit gesellschafts-, wirtschafts- und geisteswissenschaftlichen Disziplinen und eine stärkere Berücksichtigung der sozialen und wirtschaftlichen Komponenten, welche die Entwicklung der Ökosysteme bestimmen (FBE 2002);
- eine klare und abgestimmte Präsentation eines Projektes nach Außen (im Antrags- und Berichtswesens sowie in der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit): Dies könnte u.a. durch die Einrichtung koordinierender Arbeitsgruppen oder –ausschüsse unterstützt werden (FBE 2002).

KAISER et al. (2002) führen Probleme bei der Realisierung von Interdisziplinarität auch darauf zurück, dass es insbesondere in sehr großen Vorhaben ein ehrgeiziges Ziel ist, die zahlreichen einzelnen Teilprojekte zeitlich so zu koordinieren, dass eine wechselseitige Befruchtung der Arbeiten möglich ist. Erforderlich wäre hier eine sehr differenzierte Schätzung des Zeitbedarfs eines jeden Teilprojektes (ein gleichzeitiger Start aller Teilprojekte ist i.d.R. aufgrund des unterschiedlichen Zeitbedarf für die Methoden-, Geräte- und Modellentwicklung sowie die Datenerhebung nicht sinnvoll, ELLENBERG et al. 1986) sowie eine enge Abstimmung der Teilprojekte mit dem Aufbau eines projektbegleitenden GIS und der integrativen Modelle.

Als wirksame Unterstützung interdisziplinären Arbeitens gilt zum einen die Schaffung konkreter Integrationselemente. Hierzu gehören u.a. (FBE 2002, KAISER et al. 2002):

- gemeinsame Basishypothesen und Fragestellungen zur inhaltlichen Orientierung aller fachlichen Teilbeiträge (u.a. HABER 2002);

- gemeinsam genutzte Arbeitsmittel, Methoden und Strategien wie eine gemeinsame, vorab festgelegte Datenstruktur und –kompatibilität zur integrativen Zusammenführung von Daten aus den einzelnen Arbeitsgruppen, gemeinsame Flächenbezüge, abgestimmte Messkampagnen und/oder gemeinsame Strategien der Datenauswertung z.B. in Form spezieller Auswertungsprojekte. Ihren strengsten Ausdruck können diese im Aufbau hierarchisch strukturierter Modellsysteme finden. Sie sind innerhalb komplexer Projekte häufig die einzigen effizienten Werkzeuge, um Wissen, Ideen und Daten zu integrieren und eine gemeinsame Sprache zu finden. Modelle lassen sich ohne die Zusammenführung des Sachverstandes mehrerer Disziplinen nicht entwickeln. Sie unterstützen die fachübergreifende Auswertung von Messdaten und die Erzeugung eines synoptischen Projektergebnisses³¹;

Positive Erfahrungen mit der Nutzung von Modellen als Integrationsinstrumente wurden in den folgenden Forschungsvorhaben gemacht (KAISER et al. 2002):

Im Solling-Projekt wurden für die Analyse komplexer Zusammenhänge von Vertretern unterschiedlicher Disziplinen „Wortmodelle“ (in Form graphischer Darstellungen und Textübersichten) entwickelt, um Querverbindungen herzustellen und auf eine Synthese hinzuarbeiten (ELLENBERG et al. 1986).

Das im MAB 6-Projekt erstellte Konzeptmodell hat ebenfalls wichtige Integrationsfunktion übernommen, auch wenn zum damaligen Zeitpunkt das ursprünglich angestrebte mathematische Ökosystemmodell noch nicht entwickelt werden konnte (KERNER et al. 1991).

In der Ökosystemforschung Bornhöveder Seenkette ist es gelungen, die in der ersten Projektphase entwickelten Teilmodelle zum Wasser-, Stoff- und Energiehaushalt zu einem lauffähigen Gesamtmodell zusammenzuführen (WASMOD/STOMOD).

Eine vergleichbar integrierende Funktion kommt auch den vom BITÖK und FAM eingesetzten Modellen zu (GOLLAN & HEINDL 1997 sowie HANTSCHER et al. 1997 in KAISER et al. 2002: 127).

Als wirksames Integrationsinstrument haben sich GIS insbesondere in der MAB 6-Forschung in Berchtesgaden erwiesen. Im GIS wurden die sogenannten flächendeckend für das gesamte Forschungsgebiet erfassten „Realnutzungstypen“ mit den dazugehörigen „Merkmalsdateien“ gehalten (KERNER et al. 1991, HABER 2002). Demgegenüber konnte das GIS in der Wattenmeerökosystemforschung seine Integrationswirkung nicht in dem Maße entfalten, da mit seinem Aufbau erst während der Projektlaufzeit begonnen wurde (KAISER et al. 2002: 152, 168, 172).

- gemeinsame Ergebnisse in Form eines qualitativ hochwertigen Projektsyntheseberichts und gemeinsamer Publikationen der Projektbeteiligten unterschiedlicher Arbeitsgruppen.

Zum anderen dient wesentlich auch eine gute und intensive Kommunikation der Forscher den Zielen der Interdisziplinarität. Diese kann gefördert werden durch (FBE 2002):

- eine gemeinsame Ansiedlung der Projektbeteiligten z.B. innerhalb eines Projektzentrums oder Instituts (z.B. wie im Falle des BITÖK oder des Ökologie-Zentrums in Kiel, s. auch KAISER et al. 2002),
- die konsequente Nutzung von Intra- und Internet als Informationsplattform zwischen den Arbeitsgruppen,

³¹ Von KAISER et al. (2002) wird jedoch darauf hingewiesen, dass Modelle nur dann als Integrationswerkzeuge wirksam werden können, wenn die Modellierer nicht isoliert von den Teilprojektbearbeitern tätig sind und Letztere über eine entsprechende fachliche Fortbildung möglichst innerhalb der Vorhaben aktiv in die Modellierungsarbeit einbezogen werden. Ihre Beteiligung sollte sich in keinem Falle auf die alleinige Zulieferung von Daten für die Modellvalidierung beschränken.

- die regelmäßige Herausgabe eines Newsletters zur kontinuierlichen Aktualisierung des Informationsstandes der Projektbeteiligten über die Probleme und Fortschritte der anderen Arbeitsgruppen und
- regelmäßige Veranstaltung gemeinsamer Gesprächsrunden, sei es in Form fachübergreifender Gespräche am Untersuchungsobjekt, gemeinsamer Workshops oder Klausurtagungen für fachliche und technische Beratungen.

Die (Informations-) Technologien eröffnen erhebliche Chancen für die Ökosystemforschung. Um das immense kommunikationsfördernde Potenzial dieser Technologien gewinnbringend für die Ökosystemforschung ausschöpfen zu können, bedarf es jedoch einer noch stärkeren Einbindung der Informationswissenschaften in die Forschungsaktivitäten (WS 2002).

5.1.3.2 Organisatorische und strukturelle Voraussetzungen für einen effektiven Wissenstransfer aus der Ökosystemforschung in die Anwendung

Neben einer noch stärkeren inhaltlichen Orientierung der Ökosystemforschung an anwendungsrelevanten Themen bedarf es zum Wissensaustausch zwischen Forschern und Anwendern auch organisatorischer und struktureller Reformen. ZÖLITZ-MÖLLER (1994) spricht in diesem Zusammenhang von einem „gemeinsamen Markt“, auf dem sich Angebot und Nachfrage aufeinander einstellen können (s. Kap. 4.4.4)³². Dass – wie bisher – ein solcher Austausch und Transfer den Zufällen persönlicher Kontakte überlassen bleiben, wird nicht als zukunftssträchtige Lösung betrachtet.

Zur Schaffung eines solchen „gemeinsamen Marktes“ werden folgende organisatorische und strukturelle Anregungen gegeben:

- Stärkerer Anwendungsbezug der Forschung durch Einbeziehung der potenziellen Anwender der Forschungsergebnisse bei der Projektkonzeption und –durchführung (WS 2002), d.h. Förderung der Transdisziplinarität:

Die Einbeziehung potenzieller Anwender der Forschungsergebnisse sollte bereits in der Phase der Projektkonzeption stattfinden. Bestandteil der Konzeptionsphase sollte eine konsequent durchgeführte Zielgruppendifkussion sein, im Rahmen derer die Forscher und Anwender ihre Vorstellungen an Projekthalte und –verlauf vorbringen und Einfluss auf das Projektdesign nehmen können (ebd.).

Als positives Beispiel einer solch frühen Zusammenführung von Forscher- und Anwenderinteressen ist die Ökosystemforschung in den Wattenmeeren (insbesondere im schleswig-holsteinischen Wattenmeer) hervorzuheben. Hier ist eine gute Kooperation der Forschungszentren mit den Nationalparkbehörden gelungen, die sich ausgesprochen positiv auf die Anwendung der Forschungsergebnisse ausgewirkt hat (s. auch „Materialien“ 10, Kap. 10.2.1).

Für eine zielorientierte Kooperation beider Seiten während der Projektlaufzeit sind verschiedene Organisationsformen denkbar. Sie reichen von der vertraglichen Absicherung einer institutionellen Kooperation bis zum Angebot interaktiver Szenarien im Internet, deren Rahmenbedingungen die Anwender mitgestalten und deren Ergebnisse sie bewerten können (FBE 2002).

³² Zu einer ähnlichen Formulierung kommen FRÄNZLE & DASCHKEIT (1997 in KAISER et al. 2002: 134) : „Wissenschaft ist eine Disziplin, deren Dienstleistungen wie ein Gut, wie jede andere Dienstleistung auf Märkten gehandelt wird“.

Die laufende Kooperation des Ökologie-Zentrums Kiel mit dem Landesamt für Natur und Umwelt in Schleswig-Holstein ist ein Beispiel für eine solche institutionelle Kooperation. Sie ermöglicht der Verwaltung, ihre Forschungsfragen aktiv in das Aufgabenspektrum des Forschungszentrums einzubringen, und dem Forschungszentrum, das u.a. als Dienstleister der Verwaltung gezielte Forschungsaufträge erhält, eine anspruchsvolle inhaltliche Tätigkeit der Verwaltung mitzugestalten.

- Erleichterung der Transformation von Forschungsergebnissen in die Anwendung durch Schaffung inhaltlicher Brücken (WS 2002):

Damit die Forschungsergebnisse für die Anwenderseite verwertbar werden, bedarf es „inhaltlicher Brücken“, welche die Forschungsergebnisse in eine anwendertaugliche Form transferieren helfen. Solche Brücken können sein (WS 2002):

- Indikatoren, die sowohl in der Planung als auch der Umweltbeobachtung und Umweltberichterstattung die Analyse und Bewertung von Umweltveränderungen und die Vermittlung der Ergebnisse in synthetisierter Form vereinfachen können,
- praxistaugliche Planungsmethoden wie Wirkmodelle, Landschaftspotenzialanalysen und Methoden zur Beschreibung und Bewertung von Wechselwirkungen,
- routinetaugliche Messverfahren für den Einsatz in der Umweltbeobachtung oder
- letztendlich auch eine konsequent verfolgte systematische Datenarchivierung, welche die Zugänglichkeit der Daten aus der Forschung für die Anwenderseite sicherstellt.

Ein Beispiel für eine solch systematische Datenarchivierung ist das seit 1987 bestehende Zentralarchiv für empirische Sozialforschung der Kölner Gesellschaft für Sozialforschung e.V. (KGS) an der Universität Köln. Das Zentralarchiv archiviert Primärinformationen (Daten, Fragebögen, Resultate aus empirischen Studien etc.) mit dem Ziel, diese für die interessierte Öffentlichkeit und für eine weitere Verarbeitung zugänglich zu machen³³.

- Erleichterung des Wissenstransfers durch eine allgemein verständliche Synthese (FBE 2002):

Unabhängig von der Schaffung der o.g. „inhaltlichen Brücken“ sollte eine allgemein verständliche Synthese der Forschungsergebnisse als fester Auftrags- und Kalkulationsbestandteil der Forschung begriffen werden, unabhängig davon, welcher Personenkreis sich am ehesten für die Übernahme einer solchen „Übersetzungstätigkeit“ eignet (WS 2002, HINRICHS 1994 in KAISER et al. 2002: 135)³⁴. Eine solche Projektsynthese dient letztendlich auch der Disziplinierung aller Forschungsbeteiligten für das gemeinsam zu erzielende Projektergebnis (FBE 2002).

Wird für die Durchführung einer Synthese nicht bereits bei der Antragstellung Vorsorge geleistet, besteht die Gefahr, dass diese aufgrund knapper Zeit und Mittel unterbleibt. So ist es im Solling-Projekt erst 13 Jahre nach Vorhabensabschluss gelungen, eine Synthese durchzuführen. Demgegenüber ist das FAM ein positives Beispiel dafür, dass eine Synthese als fester Vorhabensbestandteil bereits in der Planung eines großen Verbundvorhabens vorgesehen wurde (KAISER et al. 2002: 141). Ferner sei in diesem Zusammenhang auf den umfangreichen Syntheseprozess in der Wattenmeer-Ökosystemforschung hingewiesen (STOCK et al. 1996, ZENTRUM FÜR FLACHMEER, KÜSTEN- UND MEERES- UMWELTFORSCHUNG E. V. & FORSCHUNGSZENTRUM TERRAMARE 2001, KAISER et al. 2002).

³³ http://www.ifdo.org/org-archives/archivs/de_zs.htm

³⁴ KAISER et al. (2002 : 137 ff. und 176 ff.) haben, basierend auf den Erfahrungen der Projektsynthese zur Ökosystemforschung Wattenmeer, differenzierte Empfehlungen für die Durchführung einer (möglichst „mitlaufenden“ Synthese formuliert. Diese enthalten auch Gedanken zum für die Synthese geeigneten Personenkreis und dessen Qualifizierung.

Bei der Synthese sollte es – trotz des geforderten Anwendungsbezugs - dennoch gelingen, die wissenschaftlichen Resultate und Empfehlungen losgelöst von politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Interessen zu präsentieren und die Unabhängigkeit der Wissenschaft zu wahren (KAISER et al. 2002). Neben einer Gesamtsynthese können insbesondere in Projekten mit langen Laufzeiten Teilsynthesen als „Zwischenbilanzen“ bereits nutzbare Zulieferungen für die Anwender darstellen.

Förderlich wäre darüber hinaus die Schaffung einer Plattform (z.B. in Form einer Zeitschrift), die sich explizit den Austausch zwischen Ökosystemforschern und Anwendern zum Ziel und Inhalt macht (ebd.).

5.1.3.3 Internationalisierung und Netzwerkbildung

Ökosystemforschung entwickelt(e) sich unter den unterschiedlichen politischen, gesellschaftlichen/kulturellen und naturgegebenen Rahmenbedingungen in den verschiedenen Staaten sehr unterschiedlich. Aus dieser Vielfalt ließen sich zahlreiche Anregungen sowohl in inhaltlicher und methodischer als auch strategischer Sicht austauschen. Eine Ausweitung internationaler Kontakte wäre vor diesem Hintergrund erstrebenswert (FBE 2002).

Bisher haben die deutschen Ökosystemforschungszentren – auch bedingt durch die Finanzierungsgegebenheiten – unabhängig voneinander agiert. Für die Zukunft wäre demgegenüber eine stärkere Netzwerkbildung wünschenswert. Diese wäre beispielsweise mit in einer deutschen Beteiligung am ILTER-Programm operationalisierbar (WS 2002). Ein effektives forschungsorganisatorisches Instrument zur effizienteren Nutzung der in Deutschland begrenzt vorhandenen Ökosystemforschungsmittel liegt internationalen Erfahrungen zu Folge in der konsequenten Nutzung der technischen und wissenschaftlichen Installationen der eingerichteten Forschungsräume im Rahmen einer „Research Platform“-Strategie wie es LTER und ILTER anstreben. Die Ökosystemforschung im Hubbard Brook geht seit Jahrzehnten beispielhaft diesen Weg (vgl. auch GOLLEY 1993).

Im Verlauf des Synopse-Vorhabens wurde deutlich, dass bezüglich des ILTER ein breites Mitwirkungsinteresse bei den deutschen Forschungseinrichtungen besteht. Daher wird - als erstes indirektes Ergebnis des Vorhabens - zurzeit intensiv an der Etablierung eines nationalen Netzwerkes gearbeitet.

5.2 Empfehlungen für die künftige Evaluierung von Ökosystemforschungsvorhaben

Eine Evaluierung der einzelnen abgeschlossenen Ökosystemforschungsvorhaben war nicht Aufgabenstellung dieses F+E-Vorhabens. Unter anderem DASCHKEIT et al. (1998 in KAISER et al. 2002: 124) haben darauf hingewiesen, dass eine solche Bewertung nur projektspezifisch auf der Grundlage vorab definierter Beurteilungskriterien möglich ist. Eine solche systematische Selbstreflexion hat in keinem der bislang in Deutschland abgeschlossenen Ökosystemforschungsvorhaben stattgefunden.

Ein für die Evaluierung zukünftiger interdisziplinärer Forschungsvorhaben geeigneter Kriterienkatalog wurde von HÄBERLI & GROSSENBACHER (1999 in KAISER et al. 2002: 169) auf der Grundlage von Erfahrungen aus der Schweiz veröffentlicht. Dieser Katalog könnte für künftige Vorhaben eine zumindest in Grenzen standardisierte Bewertung und ggf. auch einen Vergleich unterschiedlicher Vorhaben ermöglichen.

5.3 Empfehlungen für die Förderpraxis

Die Zukunft der Ökosystemforschung ist eng an die Bereitstellung entsprechender Finanzmittel gebunden. Hier wird es entscheidend sein, ob es der Ökosystemforschung gelingt, ihre Finanzierung zu diversifizieren (FBE 2002). Ein Schlüssel für die Erschließung neuer Finanzierungsquellen könnte eine noch stärkere Anwendungsorientierung der Forschung sein sowie ein intensiveres Bemühen, anwendungsreife Ergebnisse zu erzeugen, die auf konkrete Nachfrage seitens der Planung, Umweltbeobachtung, Politik etc. reagieren.

Die bisherige Förderpraxis in Deutschland war durch eine starke Akzentuierung in die grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung gekennzeichnet. Die Erfahrung (u.a. in der MAB 6-Forschung in Berchtesgaden und der Wattenmeerökosystemforschung) hat gezeigt, dass sich beide Forschungsrichtungen sinnvoll und notwendiger Weise ergänzen und daher auch über eine entsprechende Finanzierung enger miteinander verflochten werden sollten (u.a. KERNER et al. 1991, KAISER et al. 2000: 145). Wünschenswert wäre vor diesem Hintergrund u.a. eine intensivere Kooperation der Förderinstitutionen wie z.B. der DFG und des UBA oder BfN (FBE 2002, WS 2002).

Die finanzielle Konzeption vieler Ökosystemforschungsvorhaben der Vergangenheit hat für Leistungen, die sich als außerordentlich wichtig erwiesen haben, keine oder nur unzureichende Finanzmittel vorgesehen. Bei der Kalkulation künftiger Projekte mit dem Anspruch an Interdisziplinarität, Anwendungsbezug und Akzeptanz in der Öffentlichkeit sollten vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen insbesondere Gelder für die folgenden Arbeitsmodule bzw. Teilleistungen vorgesehen werden (FBE 2002):

- für eine kompetente und konsequente Koordination der einzelnen Arbeitsgruppen innerhalb trans- oder interdisziplinärer Forschungsprojekte,
- für eine das Forschungsvorhaben begleitende qualifizierte Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit,
- für die Aufbereitung der Forschungsergebnisse für praktische Anwendungen,
- ggf. für eine kritische Reflexion der Forschenden bezüglich der in den Vorhaben erbrachten Leistungen.

Außerdem sollte die künftige Förderpraxis in stärkerem Maße berücksichtigen, dass Ökosysteme zum einen in Zeit und Raum dynamische Systeme sind und sich damit Forschungsergebnisse nur in eingeschränktem Umfang vorhersehen lassen (WS 2002). Zum anderen bleiben interdisziplinäre Vorhaben mit vielen Beteiligten auch bei guter Projektplanung und –steuerung in gewisser Weise in ihrer Entwicklung „unberechenbar“, was mitunter organisatorische und inhaltliche Umstrukturierungen während der Projektlaufzeit nach sich zieht. Dies erfordert sowohl auf der Seite der Geldgeber als auch der Projektnehmer eine höhere Flexibilität für Anpassungen bei der Richtungsbestimmung von Projekten (FBE 2002).

Bezüglich der Projektlaufzeiten sind die Anforderungen von Forschern und Anwendern unterschiedlich. So bedarf die Ökosystemforschung aus Sicht der Forschenden zu ihrer weiteren Entfaltung insbesondere mit Blick auf ihren integrativen und damit komplexen und anspruchsvollen Auftrag in größerem Umfang auch längerfristig zuverlässig fließender Finanzmittel. Gerade der interdisziplinäre Erfahrungsaustausch braucht Zeit und ist bei immer kürzer werdenden Projektlaufzeiten häufig nicht mehr realisierbar. Diesem Anspruch konträr

wünscht sich die Anwenderseite kürzere, schnellere und kompaktere Vorhaben, damit schneller Antworten auf aktuelle Fragen- und Problemstellungen der Praxis zur Verfügung stehen. Möglich und sinnvoll erscheinen daher die folgenden Strategien (FBE 2002):

- die kontinuierliche Einbindung der Anwender in die Forschungsarbeit, so dass auch in längerfristig angelegten Vorhaben Richtungskorrekturen hin zu aktuellen Problembezügen möglich werden,
- eine regelmäßige Übermittlung praxisrelevanter Zwischenergebnisse.

FAZIT:

Insgesamt zeigt sich, dass von der Ökosystemforschung der Vergangenheit viele förderliche Impulse auf das Wissenschaftssystem und die Umweltpraxis ausgegangen sind. Diese sind sehr häufig indirekter Natur und schwer quantifizierbar. Es liegen aber auch zahlreiche positive Beispiele vor, die im vorstehenden Text zusammengefasst wurden.

Gleichfalls wird klar, dass in vielfältigen Bereichen noch sehr große Lücken in der Transformation der ökosystemaren Erkenntnisse existieren und erhebliche Potenziale einer konkreten Umsetzung harren. In Reflexion der Fragestellungen dieser Studie - der Anwendung und Anwendbarkeit ökosystemarer Konzepte und Resultate – lässt sich folglich festhalten, dass die konstruktiven Möglichkeiten insgesamt längst noch nicht ausgeschöpft sind und weitere diesbezügliche Initiativen zu interessanten, förderlichen und effizienten Ergebnissen führen könnten und sollten.

6 LITERATUR

- AGBR (Ständige Arbeitsgruppe der Biosphärenreservate in Deutschland) 1995: Biosphärenreservate in Deutschland - Leitlinien für Schutz, Pflege und Entwicklung. Berlin, 377 S.
- AKNU (Arbeitskreis „Naturschutzorientierte Dauerbeobachtung“) 1999: Fachkonzeption für eine „Naturschutzorientierte Dauerbeobachtung“. Stand 17. August 1999, 141 S. (unveröff.)
- ANL (Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege) 1994: Leitbilder - Umweltqualitätsziele - Umweltstandards. Laufener Seminarbeiträge 4/94.
- ARL (Akademie für Raumforschung und Landesplanung) 1987: Wechselseitige Beeinflussung von Umweltvorsorge und Raumordnung. Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL, Bd. 165., Hannover.
- ARSU (Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH) 1998: Entwicklung einer methodischen Arbeitsanleitung zur Ableitung und Operationalisierung von regionalen Umweltqualitätszielen. Gutachten i.A. des UBA (F+E-Vorhaben 209 02 076/02, unveröff.).
- BACHFISCHER R. 1978: Die ökologische Risikoanalyse – eine Methode zur Integration natürlicher Umweltfaktoren in die Raumplanung, operationalisiert und dargestellt am Beispiel der Bayerischen Planungsregion 7 (Industrieregion Mittelfranken). Dissertation an der TU München, München.
- BACHHUBER R., GERTEG W., HABER W., KAULE G., KERNER H., SCHALLER J & M. SITTARD 1984: Landschaftsökologische Modelluntersuchung Ingolstadt. UBA-Texte 23/84, Berlin.
- BALLA S. & K. MÜLLER-PFANNENSTIEL 1997: „Wechselwirkungen“ in planerischer und behördlicher Praxis - Teil A: Begriffsdefinition. UVP-report, Heft 4+5/1997: 243-246.
- BALLA S. & K. MÜLLER-PFANNENSTIEL 1998: „Wechselwirkungen“ in planerischer und behördlicher Praxis - Teil B: Planungsmethodische Umsetzung. UVP-report, Heft 1/1998: 32-36.
- BALLA S. & K. MÜLLER-PFANNENSTIEL 2002: Wechselwirkungen. In: STORM P.-C. & T. BUNGE (Hrsg.): Handbuch der UVP, Nr. 3205. Berlin.
- BARKMANN J. 2001: Angewandte Ökosystemforschung zwischen Biodiversitäts-, Landschafts- und Ressourcenschutz. Petermanns Geographische Mitteilungen 145:16-23.
- BARKMANN J. 2002: Modellierung und Indikation nachhaltiger Landschaftsentwicklung – Beiträge zu den Grundlagen angewandter Ökosystemforschung. EcoSys 9 (in press).
- BARKMANN J. 2003: Entwicklung von "angemessenen" Indikatoren Nachhaltiger Entwicklung für die strategische Steuerung eines Landesministeriums und für die Information der Öffentlichkeit: Beispielsfall Schleswig-Holstein. In: WIGGERING H., MÜLLER F. (Hrsg.): Umweltziele und Indikatoren. Technische Anforderungen an ihre Festlegung und Fallbeispiele. Geowissenschaften und Umwelt. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg (in press).
- BARKMANN J., BAUMANN R., MEYER U., MÜLLER F. & W. WINDHORST 2001a: Ökologische Integrität: Risikovorwarnung im nachhaltigen Landschaftsmanagement. Gaia 10, No. 2, 97-108.
- BARKMANN J., BAUMANN R., MEYER U., MÜLLER F. & W. WINDHORST 2001b: On the Role of Ecosystem Self-organisation in Landscape Management - A Response. Gaia, Ökologische Perspektiven in Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften 10(4), 247-248.
- BAUMANN R. 2001: Indikation der Selbstorganisationsfähigkeit von terrestrischen Ökosystemen. Dissertation, Universität Kiel. http://e-diss.uni-kiel.de/diss_467/d467.pdf, 168 S.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.) 2001: Nationalparkplan Berchtesgaden, 30.3.2001. Bearbeitung: Nationalparkverwaltung unter Mitwirkung der Bosch & Partner GmbH, München, 202 S.
- BECHMANN A., HARTLIK J., MEIER-SCHADNAGEL R., STEITZ M., BALLA S., BALLERSTEDT J., NACHREINER M. & P. STÖLTING (Projektgruppe Ökologische Bewertung und UVP/Synök-Institut Barsinghausen) 1998: Entwicklung eines Bewertungskonzeptes zur Verwendung im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen als Beitrag zur Standardisierung und Qualitätssicherung. Forschungsvorhaben im Auftrag der VW-Stiftung, Barsinghausen (unveröff.).

- BENDER B., SPARWASSER R. & R. ENGEL 1995: Umweltrecht - Grundzüge des öffentlichen Umweltschutzrechts. Heidelberg, 3. Aufl., 659 S.
- BIERHALS E. KIEMSTEDT H. & H. SCHARPF 1974: Aufgaben und Instrumentarium ökologischer Landschaftsplanung. Raumforschung und Raumordnung 32 (2): 76-88.
- BLUME H.-P., FRÄNZLE O., HEYDEMANN B., KAPPEN L. & W. NELLEN 1994: Guide to the Ecosystem-Research-Centre Kiel. Interne Mitteilungen - Sonderheft 2, 96 S.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) 1991: Schriftliche Mitteilung über Ziele der Ökosystemforschung. Bonn.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2001: Begründungen zur Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes. Internetseite.
- BÖGEHOLZ S. 2001: Moorkunde mit Kopf, Herz und Hand – Ein neuer Schulversuch auf den Spuren Ferdinand Rüthers. In: VOGT H. & HESSE M. (Hrsg.): Berichte des Institutes für Didaktik der Biologie, Münster: 33-50.
- BOSSEL H. 1992: Modellbildung und Simulation. Braunschweig.
- BRECKLING B. & M. ASSHOFF 1996: Modellbildung und Simulation im Projektzentrum Ökosystemforschung. EcoSys Bd. 4, 342 S.
- BRECKLING B. & F. MÜLLER 1997: Der Ökosystembegriff aus heutiger Sicht – Grundstrukturen und Funktionen von Ökosystemen. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg am Lech, Kapitel II-2.2.
- CONDAT 1998: Entwicklung eines Modells zur Zusammenführung vorhandener Daten des Bundes und der Länder zu einem Umweltbeobachtungsprogramm. Endbericht der Arbeitsgruppe 1, Sachstand der Länderbefragung. Endbericht zum F+E-Vorhaben 104 01 119 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, 46 S. (unveröff.).
- CONSTANZA R. 1993: Towards an operational definition of ecosystem health. In: CONSTANZA, R., NORTON, B.G. & B.D. HASKELL (Hrsg.): Ecosystem health. Washington: 239-256.
- CORNELIUS R., FAENSEN-THIEBES A., MARSCHNER B. & G. WEIGMANN 1997: Ballungsraumnahe Wald-ökosysteme Berlin: Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg am Lech, Kapitel V-4.9.
- CWSS & TMAG (Common WaddenSea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group) (Hrsg.) 1996: The Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAG). Expert Workshop 1995/1996, Bremen, 205 S.
- DASCHKEIT A. 1998: Umweltforschung interdisziplinär – notwendig, aber unmöglich? In: DASCHKEIT A. & SCHRÖDER W. (Hrsg.): Umweltforschung quergedacht, Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Springer-Verlag, Berlin: 51-73.
- DE HAAN G. & D. HARENBERG 1999: Expertise „Förderprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung“, verfasst für die Projektgruppe „Innovation im Bildungswesen“ der BLK für Bildungsplanung und Forschungsförderung im Auftrage des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. Freie Universität Berlin, Berlin.
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (Hrsg.) 1983: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden – Ziele, Fragestellungen und Methoden. MAB-Mitteilungen 16, Bonn, 153 S.
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (Hrsg.) 1986: MAB-Projekt 6: Mögliche Auswirkungen der geplanten Olympischen Winterspiele 1992 auf das Regionale System Berchtesgaden. MAB-Mitteilungen 22, Bonn, V12+220 S.
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB 1989: Final Report of the Workshop „Long-Term ecological research – A Global perspective. MAB-Mitteilungen 31.
- DIBBERN I. 2001: Ökologisch-ökonomische Modellierung von Landnutzungssystemen. EcoSys Suppl. Bd. 33, Kiel.
- DI CASTRI F., HADLEY M & J. DAMLAMIAN 1981: MAB: The Man and the Biosphere Program as an evolving system. Ambio 10: 52-57

- DITTMANN S., SCHLEIER U., GÜNTHER C.P., VILLBRANDT M., NIESEL V., HILD A., GRIMM V., BIETZ H. & C. DOHN 1998: Elastizität des Ökosystems Wattenmeer, Projektsynthese. BMBF-Forschungsbericht 03FO112.
- DREIER J. 1995: Die normative Steuerung der planerischen Abwägung: strikte Normen, generelle Planungsleitbegriffe, Planungsleitlinien und Optimierungsgebote. Berlin.
- DURWEN K.-J., SCHREIBER K.-F. & THÖLE R. 1980: Ein pragmatischer Ansatz zur Aufbereitung ökologischer Determinanten für die Raumplanung. In: Zum ökologischen Potenzial als Engpassfaktor in der Regionalplanung. Arbeitsberichte des Lehrstuhls Landschaftsökologie Münster, H. 2: 3-12.
- ECKEBRECHT B. 1996: Das Naturraumpotenzial – Zur Rekonstruktion einer geographischen Fachprogrammatis in der Landschaftsplanung. Beiträge zur Kulturgeschichte der Natur, Bd. 4, 309 S.
- EINSELE G. 1986: Das landschaftsökologische Forschungsprojekt Naturpark Schönbuch. Weinheim.
- ELLENBERG H. 1973: Ökosystemforschung. Berlin, Heidelberg, New York.
- ELLENBERG H., FRÄNZLE O. & P. MÜLLER 1978: Ökosystemforschung im Hinblick auf Umweltpolitik und Entwicklungsplanung. UBA-Forschungsbericht 78-10104005. Umweltbundesamt Berlin.
- ELLENBERG H., MAYER R. & J. SCHAUERMANN (Hrsg.) 1986: Ökosystemforschung, Ergebnisse des Soling-Projektes 1966-1986. Ulmer Verlag, Stuttgart, 507 S.
- ELSTER H.-J. 1977: Der Bodensee. Bedrohung und Sanierungsmöglichkeiten eines Ökosystems. Naturwissenschaften 64: 207-215.
- ERNST E., BENZ J., HOCH R., SINOWSKI W. & S. GAYLER 1997: Register of ecological models: In: ALEF K., BRANDT J., FEIDLER H., HAUTHAL W., HUTZINGER O., MACHAY D., MATTHIES M., MORGAN K., NEWLAND L., ROBITAILLE H., SCHLUMMER M., SCHÜRMANN G & K. VOIGT (Hrsg.): Information and Communication in Environmental and Health Issues. Eco-Infoma Press, Bayreuth: 566-570.
- FBE 2002: Fragebogenerhebung im Rahmen des F+E-Vorhabens 200 11 201 „Synopse von Ansätzen zur systemaren Umweltforschung – deutsche Beiträge zum Ökosystemmanagement“, im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- FINCK P., HAUKE U., SCHRÖDER E., FORST R. & G. WOITHE 1997: Naturschutzfachliche Landschafts-Leitbilder - Rahmenvorstellungen für das Nordwestdeutsche Tiefland aus bundesweiter Sicht. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 50/1, Bonn-Bad Godesberg.
- FRANZ H. P. 1984: Der deutsche Beitrag zum UNESCO-Programm „Der Mensch und die Biosphäre“ (MAB) - Analyse eines umfassenden Forschungsprogramms. MAB-Mitteilungen 18, Bonn.
- FRÄNZLE O. 1998a: Grundlagen und Entwicklung der Ökosystemforschung. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg a. Lech, Kapitel II-1.3.
- FRÄNZLE O. 1998b: Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg a. Lech, Kapitel V-4.3.
- FRITZ P. 1999: UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg a. Lech, Kapitel V-4.5.
- FÜRST D. & H. KIEMSTEDT (Hrsg.) 1990: Umweltqualitätsziele - Diskussionsstand und Perspektiven für die ökologische Orientierung von Planungen. Beiträge zur räumlichen Planung, Bd. 27, Tagungsband, Hannover.
- FÜRST D., KIEMSTEDT H., GUSTEDT E., RATZBOR G. & F. SCHOLLES 1992a: Umweltqualitätsziele für die ökologische Planung. Forschungsbericht 109 01 008 von 1989 i.A. des UBA, UBA-Texte 9/92 und 34/92, Berlin.
- FÜRST D., KNEBEL R. & G. RATZBOR 1992b: Erstellung eines Leitfadens zu Umweltqualitätszielen und -standards als Bewertungsgrundlage für Tiere, Pflanzen und Wasser im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung in Niedersachsen. Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums (unveröff.).

- GOLLAN T. & B. HEINDL 1998: Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg a. Lech, Kapitel V-4.6.
- GOLLEY F.B. 1993: A History of the Ecosystem Concept in Ecology – more than the sum of the parts. Yale University Press, New Haven, 271 S.
- GOODCHILD M., STEYAERT L., PARKS B., JOHNSTON C., MAIDMENT D., CRANE M. & S. GLENDINNING (Hrsg.) 1996: GIS and environmental modelling: progress and research issues. GIS World Books, Fort Collins, 486 S.
- HAASE G. 1978: Zur Ableitung und Kennzeichnung von Naturraumpotenzialen. Petermanns Geographische Mitteilungen 122: 113-125.
- HABER W. 2002: Das MAB-6-Projekt „Der Mensch und die Biosphäre“ - Ökosystemforschung Berchtesgaden von 1984 bis 1991. In: NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN (Hrsg.): Forschung im Nationalpark Berchtesgaden von 1978 bis 2001. Forschungsbericht 46: 7-19.
- HANTSCH R.E., KAINZ, M. & J. FILSER 1998: Forschungsverbund Agrarökosysteme München. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg a. Lech, Kapitel V-4.7.
- HASKELL B. D., NORTON B.G. & R. CONSTANZA 1993: Introduction: What is ecosystem health and why should we worry about it? In: CONSTANZA R., NORTON B.G. & B.D. HASKELL (Hrsg.): Ecosystem health. Washington: 3-23.
- HEINRICH U. 1999: Angewandte ökologische Modellierung für die Umweltplanung – Entwicklungsstand, Anwendungsprobleme, Perspektiven. In: BLASCHKE T. (Hrsg.): Umweltmonitoring und Umweltmodellierung – GIS und Fernerkundung als Werkzeuge einer nachhaltigen Entwicklung. H. Wichmann-Verlag, Heidelberg: 111-120.
- HEINZ J. 1988: Programme Phase II: Deutscher Beitrag zur Entwicklung und Umsetzung des Programms. Forschungsbericht 109 01 007 i.A. des Umweltbundesamtes, Berlin.
- HERBST M. & G. HÖRMANN 1998: Predicting the effects of increasing temperatures on the water budget of a beech forest. Climatic Change 40: 683-698.
- HÖRMANN G. 1995: Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf die Ökosysteme der Bornhöveder Seenkette – Thematischer Jahresbericht 1993, Projektzentrum Ökosystemforschung. EcoSys Bd. 2, Kiel, 246 S.
- HOSENFELD F. 1999: Die Bedeutung von Informationssystemen für eine fachübergreifende ökologische Planung. In: BLASCHKE T. (Hrsg.): Umweltmonitoring und Umweltmodellierung – GIS und Fernerkundung als Werkzeuge einer nachhaltigen Entwicklung. H. Wichmann-Verlag, Heidelberg: 143-152.
- JESSEL B. 2000: Ermittlung und Beschreibung von Umweltauswirkungen – Prognosen in der UVP. In: STORM P.-C. & T. BUNGE (Hrsg.): Handbuch der UVP, Nr. 2105. Berlin.
- JESSEL B. & K. TOBIAS 2002: Ökologisch orientierte Planung - Eine Einführung in Theorien, Daten und Methoden. Stuttgart.
- JØRGENSEN S.E. 1986: Fundamentals of ecological modelling. Amsterdam.
- JØRGENSEN S.E. 1992: Integration of ecosystem theories – a pattern. Dordrecht.
- KAISER M. 1998: Ökosystemforschung Wattenmeer. Eine Einführung. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg a. Lech, Kapitel V-4.1.
- KAISER M., MAGES-DELLÉ T. & R. OESCHGER 2002: Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer – Erfahrungsbericht eines interdisziplinären Verbundvorhabens. UBA-Texte 45/02, Berlin, 240 S.
- KAY J.J. 1993: On the nature of ecological integrity: some closing comments. In: WOODLEY S.J., KAY J.J. & G. FRANCIS (Hrsg.): Ecological integrity and the management of ecosystems. University of Waterloo and Canadian Park Service, St. Lucie Press, Ottawa: 201-214.

- KELLERMANN A., GÄTJE C. & E. SCHREY 1998: Ökosystemforschung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg a. Lech, Kapitel V-4.1.1.
- KERNER H.-F. & L. SPANDAU (Hrsg.) 1990: MAB 6-Projekt – Sozialökonomische Auswirkungen und Szenarien zur Berglandwirtschaft im Alpenpark Berchtesgaden. Schlussbericht zu UFOPLAN-Vorhaben 10104040/05III i.A. des Umweltbundesamtes, München-Weihenstephan, 71 S. (unveröff.)
- KERNER H.-F., SPANDAU L. & J. KÖPPEL 1991: Methoden zur angewandten Ökosystemforschung entwickelt im MAB-Projekt 6 Ökosystemforschung Berchtesgaden. MAB-Mitteilungen 35.1 und 35.2, Bonn, 200 S.
- KIEMSTEDT H., TROMSDORFF U. & S. WIRZ 1980a: Gutachten zur Umweltverträglichkeit der Bundesautobahn A 4 / Rothaargebirge. Im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen, Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Univ. Hannover.
- KIEMSTEDT H., TROMSDORFF U. & S. WIRZ 1980b: Gutachten zur Umweltverträglichkeit der Bundesautobahn A 4 / Rothaargebirge - Kurzfassung. Im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen, Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Univ. Hannover.
- KIEMSTEDT H., TROMSDORFF U. & S. WIRZ 1982: Gutachten zur Umweltverträglichkeit der Bundesautobahn A 4 / Rothaargebirge. Beiträge zur räumlichen Planung. Schriftenreihe des Fachbereichs Landespflege der Univ. Hannover, H. 1.
- KIESLICH W. & H.-P. NEUMEYER 2000: Räumliche Umweltziele – Grundlagen für die Kompensationsregelung auf der kommunalen Planungsebene. UVP-Spezial 16, Dortmund.
- KLEYER M., KAULE G. & K. HENLE 1992: Landschaftsbezogene Ökosystemforschung für die Umwelt- und Landschaftsplanung. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 1/1992: 35-50.
- KLITZING VON F. 2000: Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogramms im Rahmen eines Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder. Teilvorhaben 2: Fortschreibung der Dokumentation von Programmen anderer Ressorts. F+E-Vorhaben 299 82 212 i.A. des Umweltbundesamtes, 8 S. und Anhänge.
- KNETSCH G. & K. MATTERN 1998: Die zukünftige Entwicklung von Monitoringkonzepten beim Bund. Theorie und Praxis. EcoSys 7, Kiel: 129-136.
- KUTSCH W.L., STEINBORN W., HERBST M., BAUMANN R., BARKMANN J. & L. KAPPEN 2001: Environmental Indication: A Field-test of an Ecosystem Approach to Quantify Biological Self-organization. Ecosystems 4: 49-66.
- LAUSCH A. 2003: Integration of Spatio-temporal Landscape Analysis in Model Approaches. In: HELMING K. & H. WIGGERING (Hrsg.): Sustainable Development of Multifunctional Landscapes. Springer, Berlin, 286 S.
- LE CREN E.D. & R.H. LOWE-McCONNEL 1980: The functioning of freshwater ecosystems. Cambridge.
- LIKENS G.E. 1992: The use and abuse of the ecosystem concept in ecology. Oldendorf/Luhe.
- LORCH J., EGGENSBERGER P., BAUSCH T & S. ORTNER 1995: Nachhaltige Entwicklung im Alpenraum. UBA-Texte 15/95, Berlin, 92 S.
- MARKS R., MÜLLER M, LESER H. & H. KLINK (Hrsg.) 1989: Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BA LVL). Bearbeitung: Arbeitskreis Geoökologische Karte und Leistungsvermögen des Naturhaushaltes des Zentralausschusses für deutsche Landeskunde. Forschungen zur deutschen Landeskunde 229, 222 S.
- MCINTOSH R.P. 1985: The background of ecology. Cambridge, Sydney.
- MESSERLI B. & P. MESSERLI 1979: Wirtschaftliche Entwicklung und ökologische Belastbarkeit im Berggebiet (MAB Schweiz). Fachbeiträge der schweizerischen MAB-Information 1, Bern. Geographica Helvetica 4: 2-22.

- MEYER M. 2000: Entwicklung und Modellierung von Planungsszenarien für die Landnutzung im Gebiet der Bornhöveder Seenkette. Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. http://e-diss.uni-kiel.de/diss_373, 187 S.
- MEYER M., REICHE E.-W. & I. DIBBERN 1999: Verfahren und Probleme zur Parametrisierung am Beispiel der Bodenerosionsmodellierung. In: BLASCHKE T. (Hrsg.): Umweltmonitoring und Umweltmodellierung – GIS und Fernerkundung als Werkzeuge einer nachhaltigen Entwicklung. H. Wichmann-Verlag, Heidelberg: 153-162.
- MÜHLE H. & S. EICHLER 1997: Terrestrische ökosystemare Forschung in Deutschland – Stand und Ausblick, Tagungsband. UFZ-Berichte 5/1997, Leipzig.
- MÜLLER F. 1998. Anleitung von integrativen Indikatoren zur Bewertung von Ökosystem-Zuständen für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- MÜLLER F. 1992: Hierarchical approaches to ecosystem theory. *Ecological Modelling* 63: 215-242.
- MÜLLER F. 1995: Ökosystemforschung und Wechselwirkungen. In: AKADEMIE FÜR NATUR- UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN: Wechselwirkungen in der UVP. Neumünster: 61-82.
- MÜLLER P. 1984: Ökomodell Saarbrücken. UBA-Forschungsbericht 10104012/02. Umweltbundesamt Berlin.
- NEEF E. 1967: Anwendung und Theorie in der Geographie. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, H. 3/67: 204-206.
- NORTON B. G. 1993: A new paradigm for environmental management. In: CONSTANZA R., NORTON B.G. & B.D. HASKELL (Hrsg.): *Ecosystem health*. Washington: 23-41.
- OESCHGER R. 2000: Der Ökosystemansatz der Biodiversitätskonvention. Deutsche Fallstudie: Erfahrungen aus dem Projekt „Ökosystemforschung Wattenmeer“. Vorhaben 363 01 024 i.A. des Umweltbundesamtes, Berlin.
- D'OLEIRE-OLTMANN W. 1997: Nutzung von Forschungsergebnissen für die Zieldiskussion von Schutzgebieten, dargestellt am Beispiel des Nationalparks und Biosphärenreservats Berchtesgaden. In: ERDMANN K.-H. & L. SPANDAU (Hrsg.): *Naturschutz in Deutschland, Strategien, Lösungen, Perspektiven*. Ulmer Verlag, Stuttgart: 39-50.
- PATTEN B.C. 1994: *Ecological Systems Engineering*. *Ecological Modelling* 75/76: 653-666.
- PEICHL L. mdl. 2002: Telefongespräch mit Ludwig Peichl / Bayerisches Landesamt für Umweltschutz am 15.12.2002.
- PZÖ (Projektzentrum Ökosystemforschung) 1996: Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette – Forschungskonzept für die dritte Förderphase 1996-1999. Redaktion: Sekretariat des FE-Vorhabens, R. Pöpperl, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- PUSTER H. 1992: Die Bewertung nach § 12 UVP-Gesetz. Wissenschaftliche Aufarbeitung der rechtlich relevanten Bewertungskriterien für Umweltauswirkungen aus den einschlägigen Fachgesetzen / Richtlinien und Zusammenstellung und synoptische Ordnung der UQZ aus Plänen und Programmen des Landes Bremen. Teil 1 eines Gutachtens im Auftrag des Senators für Umweltschutz und Stadtentwicklung Bremen (unveröff.).
- RADERMACHER W., ZIESCHANK R., HOFFMANN-KROLL R., VAN NOUHUYS J. & S. SEIBEL 1998: Entwicklung eines Indikatorensystems für den Zustand der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland mit Praxistest für ausgewählte Indikatoren und Bezugsräume. STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.), Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 5, Wiesbaden, 457 S.
- RASSMUS J., BRÜNING H., KLEINSCHMIDT V., RECK H. & K. DIERSSEN 2001: Entwicklung einer Arbeitsanleitung zur Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung. UBA-Texte 18/01, Berlin.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (Arbeitsgruppe „Bewertungsmethodik in der UVP,“) 1997: Hinweise und Empfehlungen zur fachlichen Beurteilung und Bewertung in der UVP. Freiburg (unveröff.).
- REIßMANN J. 2001 (Red.): *Global denken – lokal handeln. Die Zukunft gestalten lernen.* Empfehlungen zur Umweltbildung in allgemein bildenden Schulen. Niedersächsisches Kultusministerium, Hannover.

- RUNGE K. 1998: Entwicklungstendenzen der Landschaftsplanung - Vom frühen Naturschutz bis zur ökologisch nachhaltigen Flächennutzung. Berlin.
- RUNGE K. 1999: Die ökologische Risikoanalyse – Entwicklung und Begriffe. In: STORM P.-C. & T. BUNGE (Hrsg.): Handbuch der UVP, Nr. 3570. Berlin.
- SCHOLLES F. 1990: Umweltqualitätsziele und -standards: Begriffsdefinitionen. UVP-report 4 (3): 35-37.
- SCHÖNTHALER K., KÖPPEL J., BICHLER E. & C. BOSCH 1994: Umsetzung der Ergebnisse aus dem MAB 6-Projekt für Forschung und Umweltbeobachtung im Nationalpark Berchtesgaden, in Zusammenarbeit mit dem künftigen Nationalpark Salzburger Kalkhochalpen. Abschlussbericht, gefördert im Rahmen der INTERREG-Programme durch den Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE). 63 S. + 54 S. Anhang (unveröff.).
- SCHÖNTHALER K., KERNER H.F., KÖPPEL J. & L. SPANDAU 1997: Konzeption für eine Ökosystemare Umweltbeobachtung - Wissenschaftlich-fachlicher Ansatz. UBA-Texte 32/97, Berlin, 45 S.
- SCHÖNTHALER K. 2002: Perspektiven für eine ökosystemare Umweltbeobachtung im Nationalpark und Biosphärenreservat Berchtesgaden. In: NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN (Hrsg.): Forschung im Nationalpark Berchtesgaden von 1978 bis 2001, Forschungsbericht 46: 159-174.
- SCHÖNTHALER K., MEYER U., POKORNY D., REICHENBACH M., WINDHORST W. & D. SCHULLER 2003: Ökosystemare Umweltbeobachtung – vom Konzept zur Umsetzung. UMWELTBUNDESAMT & BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.), Metzler-Poeschel-Verlag, Stuttgart (in press).
- SCHOLZ R.W. & O. TIETJE (Hrsg.) 2002: Embedded Case Study Methods: Integrating Quantitative and Qualitative Knowledge. Sage, Thousand Oaks.
- SCHREIBER K.-F. 1985: Was leistet die Landschaftsökologie für eine ökologische Planung. Schriftenreihe zur Orts-, Regional- und Landschaftsplanung des Inst. für ORL der ETH Zürich 34: 7-28.
- SCHRÖDER W., AHRENS E., BARTELS F., SCHMIDT B. & G. SCHMIDT 1999: Entwicklung eines Modells zur Zusammenführung vorhandener Daten von Bund und Ländern zu einem Umweltbeobachtungsprogramm, Band 1: Instrumentarium für die Zusammenführung umweltrelevanter Daten verschiedener Messnetze, Band 2: Konzept und Realisierung der standörtlichen Gliederung Deutschlands für die „ökologische Umweltbeobachtung“. Schlussbericht zum F+E-Vorhaben 29 781 126/01 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Kiel (unveröff.).
- SCHWERTMANN U., VOGL W. & M. KAINZ 1987: Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- SPANDAU L., KÖPPEL J. & H.-F. KERNER 1990: Eine Methode zur Herleitung und räumlichen Differenzierung von Umweltqualitätszielen – unterstützt durch den Einsatz eines Geographischen Informationssystems. In: DUHME F., LENZ R & SPANDAU L. (Hrsg.): 25 Jahre Lehrstuhl für Landschaftsökologie in Weihenstephan mit Prof. Dr. Dr. h.c. W. Haber. Schriftenreihe Landschaftsökologie Weihenstephan Bd. 6, Freising-Weihenstephan: 357-370.
- SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) 1978: Umweltgutachten 1978. Kohlhammer, Stuttgart, 638 S.
- SRU 1985: Umweltprobleme der Landwirtschaft – Sondergutachten. Kohlhammer, Stuttgart, 423 S.
- SRU 1988: Umweltgutachten 1987. Metzler-Poeschel Verlag, Stuttgart, 674 S.
- SRU 1991: Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung - Sondergutachten Oktober 1990. Metzler-Poeschel Verlag, Stuttgart, 75 S.
- SRU 1994: Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Metzler-Poeschel Verlag, Stuttgart, 384 S.
- SRU 1996: Umweltgutachten 1996: „Zur Umsetzung einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung“. Metzler-Poeschel Verlag, Stuttgart, 468 S.
- SRU 1998: Umweltgutachten 1998. Metzler-Poeschel Verlag, Stuttgart, 388 S.
- STABA (Statistische Bundesamt, Wiesbaden), FORSCHUNGSSTELLE FÜR UMWELTPOLITIK DER FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN & ÖKOLOGIEZENTRUM DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL

- 2002: Makroindikatoren des Umweltzustandes. Band 10 der Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.), Metzler-Poeschel Verlag, 453 S.
- STEINER M. 2001: Normative Elemente in Verfahren zur Beschreibung des Umweltzustands. Dissertation, Universität Kiel. http://e-diss.uni-kiel.de/diss_455/d455.pdf, 211 S.
- STOCK M., SCHREY E., KELLERMANN A., GÄTJE C., ESKIDSEN K., FEIGE M., FISCHER G., HARTMANN F., KNOKE V., MÖLLER A., RUTH M., THIESSEN A. & R. VORBERG 1996: Ökosystemforschung Wattenmeer. Synthesebericht - Grundlagen für einen Nationalparkplan. Schriftenreihe des Nationalparks Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 8, Heide, 634 S.
- SWERTZ O.C., COLIJN F., HOSTRAAT H.W. & B.A. BLASIUŠ 1999: Temperature, Salinity and Fluorescence in Southern North Sea: High-Resolution Data Sampled from a Ferry. Environmental Management, Vol 23, No.4, pp.527-538.
- TANSLEY A.G. 1935: The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16: 284-307.
- TREPL L. 1987: Geschichte der Ökologie. Frankfurt a. Main.
- UBA (Umweltbundesamt) 1994: Umweltqualitätsziele, Umweltqualitätskriterien und Umweltqualitätsstandards - Eine Bestandsaufnahme. UBA-Texte 64/94. Berlin.
- UBA 1998: Umweltbeobachtungsprogramme des Bundes – Integration der Beobachtungsprogramme anderer Ressorts. UBA-Texte 73/98, Berlin, 76 S. und Anhänge.
- UBA 1999: Dokumentation der sektoralen und ökosystemaren Beobachtungsprogramme im Zuständigkeitsbereich des BMU. Datenblätter, Anhang 1 zum Konzept Ökologische Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder. 147 S. (unveröff.).
- UBA 2000a: Ziele für die Umweltqualität – Eine Bestandsaufnahme. UBA - Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung, Erich Schmidt-Verlag, Berlin, 180 S.
- UBA 2000b (Hrsg.): Umweltqualitätsziele für die Alpen – Abschlussbericht der Arbeitsgruppe Bergspezifische Umweltqualitätsziele der Alpenkonvention. Projektbericht, Berlin, 125 S.
- ULANOWICZ, R.E.: 1993. Ecosystem health and trophic flow networks. In: CONSTANZA R., NORTON B.G. & B.D. HASKELL (Hrsg.): Ecosystem health. Washington: 190-206.
- ULRICH B. 2001: Quo vadis Ökosystemforschung. Forstarchiv 72, 115-116.
- UVF (Umlandverband Frankfurt) (Hrsg.) 1980: Sensitivitätsmodell. Von Frederik Vester und Alexander von Hesler. UNESCO Man and Biosphere Project 11. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Frankfurt a. Main.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) 1999: Welt im Wandel – Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken. Springer, Berlin, 378 S.
- WCED (World Commission on Environment and Development) 1987: Our Common Future („Brundtland-Report“). Oxford University Press.
- WEILAND U. 1996: Systemtheorie und Umweltplanung – ein historischer Abriss. GfÖ-Arbeitskreis Theorie in der Ökologie. Jahrestreffen 1996: 115-128.
- WIEDEY G.-A. 1998: Forschungszentrum Waldökosysteme der Universität Göttingen. In: FRÄNZLE O., MÜLLER F. & W. SCHRÖDER: Handbuch der Umweltwissenschaften. ecomed, Landsberg a. Lech, Kapitel V-4.4.
- WIEGLEB G. 1997: Leitbildmethode und naturschutzfachliche Bewertung. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 6: 43-62.
- WIGGERING H. 2001: Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V. Jahresbericht 2000/2001, Münchenberg.
- WINDHORST W., BARKMANN J., KLINT L., KÖPKE I., MEYER U., WALBERT K., HOSENFELD F., BAUMANN R., BEHNKEN C., REICHE E.-W. 2001: Feinkonzeption für die Realisierung des Umweltdatenpools Schleswig-Holstein. Abschlussbericht des Ökologie-Zentrums der Christian-Albrechts-Universität Kiel.

- WISCHMEIER W. H. & D. D. SMITH 1965: Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook 537.
- WOODLEY S.J., KAY J.J. & G. FRANCIS 1993. Ecological integrity and the management of ecosystems. University of Waterloo and Canadian Park Service, St. Lucie Press, Ottawa.
- WS 2002: Ergebnisse des Expertenworkshops am 22.-24.10.2002 im Kulturzentrum Salzbau, durchgeführt im Rahmen des F+E-Vorhabens 200 11 201 „Synopse von Ansätzen zur systemaren Umweltforschung – deutsche Beiträge zum Ökosystemmanagement“, im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- ZENTRUM FÜR FLACHMEER, KÜSTEN- UND MEERES- UMWELTFORSCHUNG E. V. & FORSCHUNGSZENTRUM TERRAMARE, WILHELMSHAVEN 2001: Das Ökosystem Wattenmeer: Gesamtsynthese der Ökosystemforschung im Niedersächsischen und Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer.
- ZEPP H. 1994: Geoökologische Ansätze zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes – Versuchungen, Grenzen und Möglichkeiten aus der Sicht der universitären Praxis. NNA-Berichte 1/94: 105-114.
- ZÖLITZ-MÖLLER R. 1994: Zur Diskussion gestellt: Probleme der Umsetzung geoökologischen Erkenntnis in die Anwendung. Standort – Zeitschrift für Angewandte Geographie 2/94: 12-16.
- ZÖLITZ-MÖLLER R. 1999: Umweltinformationssysteme, Modelle und GIS für Planung und Verwaltung? Kritische Thesen zum aktuellen Stand der Dinge. In: BLASCHKE T. (Hrsg.): Umweltmonitoring und Umweltmodellierung – GIS und Fernerkundung als Werkzeuge einer nachhaltigen Entwicklung. H. Wichmann-Verlag, Heidelberg: 183-189.

MATERIALIEN 1: BEISPIELHAFTE AUSZÜGE AUS DER PROJEKTDATENBANK

Bily Kriz, Beskidy Mountains

Staat: Czech Republic
Institution: ILE Academy of Sciences
Finanzierung: European Union
Beginn: 1988, Dauer: 0 Jahre
Anlass:
Methoden: Tower Measurement (112m): air temperature; annual fine roots production; annual leaf litter production; bole respiration; bole temperature; canopy height; carbon dioxide concentration ; carbon dioxide flux density; CO₂ storage in canopy air layer; diffuse radiation; global radiation; latent heat; leaf area index; leaf area index density; leaf dark respiration; leaf nitrogen concentration ; leaf nitrogen pool ; leaf stomatal conductance; light interception; litter leaf C/N; momentum; net radiation; pH; photosynthetic max capacity; photosynthetic photon flux density; precipitation; pressure; reflected radiation; relative humidity; retention curve field capacity; sensible heat; snow depth; soil bulk density; soil profile description ; soil temperature; soil water content; species composition; species phenology; specific leaf weight; standing leafbiomass ; stem area index; throughfall ; total soil carbon; total soil nitrogen; tree transpiration; trees age; trees density; water vapour; Water vapour concentration; Wind direction; Wind horizontal speed; wood biomass; wood increment;
Gebiet: 60 kms SSE from OSTRAVA, Rechtswert: 18° 32'28" E, Hochwert: 49° 30'17" N
Systemtyp: Wald
Schwerpunkte:
LeiterIn: Dalibor Janous
Institution: ILE Academy of Sciences
Dokumentation:
Kommunikation:
Entwicklung:
Kontaktperson: Dalibor Janous
Adresse: ILE Academy of Sciences, Porici 3 b, 603 00 Brno, Czech Republic
Internet: http://www.bgc-jena.mpg.de/public/carboeur/sites/index_ind.html, **E-mail:** ejanous@brno.cas.cz
Literatur: None
Anmerkungen: Coniferous Forest (planted) age 20 years Participant in Carboeuroflux
Kennung: KW69, Literaturliste des Projekts

Comprehensive Evaluation of Carbon Dioxide Budget for the Deciduous Broadleaved Forest in Cool-Temperate zone of Northern Japan, etc.

Staat: Japan

Institution: Environment Conservation Laboratory, Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research institute 7

Finanzierung:

Beginn: 1999, Dauer: 0 Jahre

Anlass:

Methoden: Tower Measurement (41m): Micrometeorological Measures, Eddy Correlation, Heat Balance meas., Scintillation method height (31.8 m) Sensible heat flux and Momentum, Photosynthesis, Respiration, Soil moisture (tensio-meter methods), continuous Litter fall/sample traps, Biomass (Tree Diameter and Tree height per year), high resolution diameter measurement (per month); Hydrology research, crown surface photography (once a week)

Gebiet: Hitsujigaoka Experimental Forest, Sapporo, Rechtswert: 141o23' E, Hochwert: 42°59' N

Systemtyp: Wald

Schwerpunkte: 1) Measurements of Carbon Dioxide Flux Above Forest and its Components 2) Comparison of Carbon Dioxide Flux Measurement among Several Methods 3) Quantifying the Exchange of Heat and Water between Forests and Atmosphere 4) Measurements on Nutrient-Cycling Processes within Forest Ecosystems 5) Analysis on the Interaction between Forest Ecosystem Dynamics and Micro-meteorology 6) Measurements of the exchange of Acidic Materials between Forests and Atmosphere

LeiterIn:

Institution: Environment Conservation Laboratory, Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research institute 7

Dokumentation:

Kommunikation:

Entwicklung:

Kontaktperson: Yuichiro Nakai

Adresse: Environment Conservation Laboratory, Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research institute 7, Hitsujigaoka, Toyohira-ku Sapporo, 062-8516, Japan phone: +81-11-851-4131 Fax: +81-11-851-4167

Internet: http://www.cger.nies.go.jp/~moni/flux/asia_flux/index.html, **E-mail:** nakaiyui@ffpri-hkd.affrc.go.jp

Literatur: None

Anmerkungen: Deciduous Broadleaved forests, Participant in Asiaflux

Kennung: KW7, Literaturliste des Projekts

Elastizität des Ökosystems Wattenmeer (ELAWAT)

- Staat:** D
- Institution:** ZENTRUM FÜR FLACHMEER-, KÜSTEN-UND MEERESUMWELTFORSCHUNG E.V. FORSCHUNGSZENTRUM TERRAMARE, Wilhelmshaven
- Finanzierung:** Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
- Beginn:** 1993, Dauer: 4 Jahre
- Anlass:** 4. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission "COST - European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research"
- Methoden:** Feldstudien, Modellierung
- Gebiet:** Rückseitenwatt der Insel Spiekeroog (Niedersächsisches Wattenmeer),
Rechtswert: 7,5° O, Hochwert: 53,6° N
- Systemtyp:** Aquatisch
- Schwerpunkte:** Analyse von Prozessen, die dem Wattenmeer eine Reaktion auf Störungen ermöglichen (11 Teilprojekte)
- LeiterIn:** Dr. Liebezeit (geschäftsführender Leiter des Forschungszentrums TERRAMARE)
- Institution:** ZENTRUM FÜR FLACHMEER-, KÜSTEN-UND MEERESUMWELTFORSCHUNG E.V. FORSCHUNGSZENTRUM TERRAMARE, Wilhelmshaven
- Dokumentation:** ELAWAT95 (1995): Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer/ELAWAT (1995). Erster Zwischenbericht. - Forschungszentrum Terramare e.V., Wilhelmshaven ELAWAT96 (1996): Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer/ELAWAT. Zweiter Zwischenbericht. - Forschungszentrum Terramare e.V., Wilhelmshaven
- Kommunikation:** Der Datenaustausch zwischen den Teilprojekten erfolgte über eine dBASE-Struktur.
- Entwicklung:**
- Kontaktperson:** None
- Adresse:** ZENTRUM FÜR FLACHMEER-, KÜSTEN-UND MEERESUMWELTFORSCHUNG E.V. FORSCHUNGSZENTRUM TERRAMARE Schleusenstraße 1 26382 Wilhelmshaven Tel. +49 4421 / 944 0 Fax +49 4421 / 944 199
- Internet:** <http://www.terramare.de/index01.htm>, **E-mail:** Gerd.Liebezeit@terramare.de
- Literatur:** None
- Anmerkungen:**
- Kennung:** G27, Literaturliste des Projekts

Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM)

- Staat:** Deutschland
- Institution:** Technische Universität München-Weihenstephan, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Fachgebiet Naturschutz der Universität Marburg
- Finanzierung:** BMBF, Eigenmittel der Institute, Bayern (Ministerium für Unterricht und Kultus, Wissenschaft und Kunst) hat die Pacht- und Bewirtschaftungskosten für das Versuchsgut Scheyern für 15 Jahre übernommen.
- Beginn:** 1990, Dauer: 0 Jahre
- Anlass:** Probleme einer intensiv genutzten Agrarlandschaft
- Methoden:** - Steuerung durch Vorgaben/Eingriffe der Landnutzungssysteme an den Standorten (Integrierte und ökologische Acker-, Grünlandwirtschaft und Sukzessionen) - Prozesse werden gemessen und modelliert, um die Auswirkungen durch die steuernden Eingriffe der Landnutzungssysteme auf N-, C-, Wasser-, Feststoff-, Wirtschafts- und Organismenbilanzen zu erfassen. Freilandmessungen, ergänzende Versuche auf Parzellen, Überprüfung von Feldanalysen im Labor, Studium wichtiger Vorgänge im Boden und in der Pflanze an Modellökosystemen (Bodensäulen), Untersuchung der chemischen und physikalischen Zusammensetzung des Bodens, Erfassung der Pflanzen- und Tierarten und Beobachtung ihrer Entwicklung (v.a. Ausbreitungsverhalten, Nahrungsnetze). - Bewertung (ökonomisch und ökologisch) der auf der Prozeßebene verursachten Auswirkungen. Erarbeiten von Planungsgrundlagen, -instrumenten (Indikatoren) und Dokumentation.
- Gebiet:** Klostergut Scheyern, 40 km nördlich von München, Rechtswert: 11,5°O, Hochwert: 48,5°N
- Systemtyp:** Agrar
- Schwerpunkte:** Untersuchung der ökologischen Folgen von zwei unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in einem Landschaftsausschnitt. Dabei sollen Wege der Landbewirtschaftung aufgezeigt werden, die wirtschaftliche Landnutzung mit der Erhaltung und Wiederherstellung der natürlichen Lebensgrundlagen unserer Agrarlandschaft zu vereinen.
- LeiterIn:** Prof. Dr. J. C. Munch
- Institution:** Technische Universität München-Weihenstephan, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Fachgebiet Naturschutz der Universität Marburg
- Dokumentation:** Pressemitteilungen, gsf-Zeitschrift mensch+umwelt, FAM-Berichte, Jahresberichte
- Kommunikation:** eingebunden ins MAB
- Entwicklung:**
- Kontaktperson:** PD Dr. Peter Schröder
- Adresse:** FAM-Sekretariat GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH
Ingolstädter Landstraße 1 85764 Neuherberg
- Internet:** <http://fam.weihenstephan.de/>, **E-mail:** peter.schroeder@gsf.de
- Literatur:**
- Anmerkungen:** None
- Kennung:** A3, Literaturliste des Projekts

Klimatologie und Deposition von Luftschadstoffen im Fichtelgebirge

Staat: Deutschland

Institution: BITÖK Universität Bayreuth

Finanzierung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Beginn: 2001, Dauer: 4 Jahre

Anlass:

Methoden: Messungen an zwei stationären und mehreren mobilen Klimastationen; Erfassung von klimatologischen, mikrometeorologischen und atmosphärischen Parametern; Erfassung von meteorologischen Größen wie Strahlungsbilanz und Turbulenz für die Bestimmung der Flüsse von Wasserdampf und Kohlendioxid; Depositionsmodell; Einzelstudien u.a. zur Erfassung der Deposition von Wasser und dessen Inhaltsstoffen durch Nebel, zur Analyse der vertikalen Verteilung des Ozons und der Aerosolpartikel sowie zur Untersuchung der sekundären Bildung von Aerosolpartikeln bzw. des Partikelwachstums über dem Waldbestand als Folge der Emissionen von reaktiven gasförmigen organischen Verbindungen aus Bäumen und deren Reaktion mit atmosphärischem Ozon.

Gebiet: BITÖK-Untersuchungsstandorte im Fichtelgebirge, Rechtswert: , Hochwert:

Systemtyp: Gebirge

Schwerpunkte: Verständnis der gasförmigen und partikulären Deposition von Nähr- und Schadstoffen aus der Atmosphäre in das Ökosystem (Prozessverständnis und Quantifizierung der Flüsse). Konzentrationen von Gasen und Partikeln in der Luft und deren Flüsse zur Vegetation.

LeiterIn: Dr. Otto Klemm

Institution: BITÖK Universität Bayreuth

Dokumentation:

Kommunikation:

Entwicklung:

Kontaktperson: None

Adresse: Universität Bayreuth, BITÖK, Klimatologie, D-95440 Bayreuth

Internet: <http://www.bitoeck.uni-bayreuth.de/Forschung/Projekte/000910/DE.html>, **E-mail:** Otto.Klemm@bitoeck.uni-bayreuth.de

Literatur: None

Anmerkungen: Nachfolgeprojekt von „Klimatologie und Luftverschmutzung im Fichtelgebirge“, 1998 - 2000

Kennung: BP24, Literaturliste des Projekts

Niwot Ridge (Colorado) Long-Term Ecological Research

Staat: USA

Institution: Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado at Boulder, University of Colorado at Denver, University of Denver, Colorado State University, United States Forest Service, Institute of Computational Earth System Science, National Center for Atmospheric Research, National Atmospheric Deposition Program, U.S. Man and the Biosphere Program

Finanzierung:

Beginn: 0, Dauer: 0 Jahre

Anlass: LTER Long Term Ecological Research

Methoden: Routine monitoring /measurements including meteorology/climatology (air temperature, precipitation, solar radiation...), hydrology (stream discharge, snowpack ablation...) and biogeochemistry (atmospheric deposition, surface water quality...) as well as other research on meteorology/climatology (lake-ice clearance and freeze-up...), biogeochemistry (atmospheric N loading, wood, litter and chemical decomposition...) and biology (plant species composition, aboveground phytomass...). Research activity in the area of GIS, remote sensing and modelling.

Gebiet: Niwot Ridge/Green Lakes Valley, Colorado, Rechtswert: 40,1 W, Hochwert: 105,6 N

Systemtyp: Gebirge

Schwerpunkte: The impact of climate change on Colorado tundra ecosystems, with focus on the effects of altered snowpack and rainfall regimes. Patterns and controls of nutrient cycling; trace gas dynamics, plant primary productivity and species composition, geomorphology, and paleoecology

LeiterIn: Nel Caine

Institution: Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado at Boulder, University of Colorado at Denver, University of Denver, Colorado State University, United States Forest Service, Institute of Computational Earth System Science, National Center for Atmospheric Research, National Atmospheric Deposition Program, U.S. Man and the Biosphere Program

Dokumentation: homepage, reports, workshops

Kommunikation:

Entwicklung:

Kontaktperson: None

Adresse: University of Colorado INSTAAR Campus Box 450 Boulder, CO, 80309-0450 USA

Internet: <http://sql.lternet.edu> ;
http://culter.colorado.edu:1030/Niwot/Niwot_Ridge_LTER_research.html,

E-mail: cainen@culter.colorado.edu

Literatur: Bowman, WD, Seastedt, TR (Editors) 2001: Structure and Function of an Alpine Ecosystem – Niwot ridge, Colorado. Unibversity of Colorado, Boulder

Anmerkungen: None

Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette

Staat: Deutschland

Institution: 13 Institute der Universitäten Kiel und Hamburg, des MPI Limnologie Plön, der FAL Braunschweig, der Gewerbeaufsicht Itzehoe, des Deutschen Wetterdienstes Quickborn und des Fraunhofer-Instituts Garmisch-Partenkirchen

Finanzierung: BMFT

Beginn: 1988, Dauer: 12 Jahre

Anlass: Ellenberg, Fränze & Müller (1987): "Ökosystemforschung im Hinblick auf Umweltpolitik und Entwicklungsplanung", Rastorf-Projekt (1982-86), Studie zur Auswahl von Hauptforschungsräumen für die bundesdeutsche Ökosystemforschung (1985-87), Vorhaben 'Umweltbeobachtung' (1987-91)

Methoden: Messung, theoretischen Ökologie, Modellierung, Ökologischen Informationssystem, Integration, Integrative Auswertung (Ökosystemverständnis, Umsetzung, Anwendung)

Gebiet: Bornhöveder Seenkette, Rechtswert: 10,1°O, Hochwert: 54,1°N

Systemtyp: Agrar

Schwerpunkte: Das Konzept des Projektes beruht auf einer ganzheitlichen Betrachtungsweise von Ökosystemen. Themenbereiche sind: Ökosystemtheorie, Informationssystem, Modellbildung, Biozönotische, Stoffliche, Energetische und Interökosystemare Interaktionen, Nachhaltiges Landschaftsmanagement, Mensch-Umwelt-Beziehungen, Umweltbewertung- und planung, Wissenstransfer und Öffentlichkeitsarbeit

LeiterIn: Prof. O. Fränze, Prof. H.-P. Blume, Prof. B. Heydemann, Prof. L. Kappen, Prof. W. Nellen, Prof. P. Widmoser, Prof. H. Roweck, Prof. P. Widmoser, Prof. K. Dierßen, Prof. R. Horn, Prof. O. Wassermann, ...

Institution: 13 Institute der Universitäten Kiel und Hamburg, des MPI Limnologie Plön, der FAL Braunschweig, der Gewerbeaufsicht Itzehoe, des Deutschen Wetterdienstes Quickborn und des Fraunhofer-Instituts Garmisch-Partenkirchen

Dokumentation: Interne Berichte, EcoSys-Bände

Kommunikation: Es wurden vielfältige nationale und internationale Kooperationsvorhaben initiiert. Hierzu zählen z.B. die Beteiligung am "Störvorhaben" des BMBF, die Teilnahme am TEMPUS-Programm der EU, die Zusammenarbeit mit Landeseinrichtungen, z.B. in der Begleitforschung von Naturschutzmaßnahmen, die Kooperation mit kommunalen Einrichtungen bei der Erstellung von Landschaftsplänen und der Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen, die internationale Einbindung in die Monitoringprogramme "Level II" zum Waldschadensmonitoring und GEMS (UNESCO) sowie die Anerkennung als

Pilotvorhaben im UNESCO Programm MAB für mehrere Schwerpunktbereiche. Darüber hinaus ist die Beteiligung an den MAB-Programmen "Ökosystemare Umweltbeobachtung" und "Biosphärenreservats-Begleitforschung" etabliert worden. Schließlich hat das PZÖ eine Reihe von Symposien, Tagungen und international besuchten Workshops durchgeführt, die sich vor allem auf Bereiche der Theoretischen Ökologie, der ökologischen Modellbildung und auf das Thema "Sustainability" bezogen. Der zunehmenden Globalisierung der relevanten Fragestellungen wird auf europäischer Ebene durch die Bemühungen, ein Netzwerk zur Hochschulkooperation im Rahmen eines zu entwickelnden europäischen Studienganges "Environmental Systems Analysis and Modelling" zu erstellen, nachgekommen. Ergänzt wird dieser Ansatz durch erste Schritte zur Etablierung eines internationalen Zentrums für ökologische Modellbildung (ICEM), dessen Koordination im Aufgabenkatalog des ÖZK festgeschrieben wurde.

Entwicklung:

Kontaktperson: Felix Müller

Adresse: Ökologie-Zentrum Kiel, Christian-Albrechts-Universität, Schauenburger Str. 112, 24118 Kiel

Internet: <http://www.pz-oekosys.uni-kiel.de/>, **E-mail:** felix@ecology.uni-kiel.de

Literatur:

Anmerkungen: None

Kennung: A1, Literaturliste des Projekts

**Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer FKZ: 108 02 085/01 =
Teil A FKZ: 03F0006 A,B,C,D = Teil B Sylter Wattenmeerraum
Austauschprozesse = SWAP FKZ: 03F0138A = Synthese**

Staat: Deutschland

Institution: Teil A: Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning (Federführung) Teil B: Wattenmeerstation Sylt (Federführung)

Finanzierung: Teil A: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Umweltbundesamt; Ministerium für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein Teil B: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie; Projektträger BEO; Ministerium für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein

Beginn: 1989, Dauer: 7 Jahre

Anlass: Unkenntnis der Ökosystemzusammenhänge, der ökosystemaren Wirkungen von Nutzungen, etc.

Methoden: s. Synthesebericht der ÖSF (Stock et al. 1996), SWAP-Projektsynthese (Reise et al. und Umweltatlas Wattenmeer S.-H. (NPA/UBA 1998)

Gebiet: Wattenmeer in Schleswig-Holstein, Rechtswert: , Hochwert:

Systemtyp: Aquatisch

Schwerpunkte: Verständnis der Funktionsweise Natur-Mensch im Wattenmeer, Lösung bzw. Entschärfung von Umweltproblemen und Nutzungskonflikten, Erarbeitung von Schutzkonzepten und Monitoringstrategien

LeiterIn:

Institution: Teil A: Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning (Federführung) Teil B: Wattenmeerstation Sylt (Federführung)

Dokumentation:

Kommunikation: Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Meereskunde an der Universität zu Kiel, Universität Hamburg, Biologische Anstalt Helgoland, Wattenmeerstation Sylt, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, Umweltstiftung WWF-Deutschland, Wattenmeerstelle, Deutsches Wirtschaftswissenschaftl. Institut für Fremdenverkehr an der Universität München, Institut für Frischwasser- und Abwasserbiologie, Hamburg, Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten, Kiel, Universität Kopenhagen, Universität Odense, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung, Garmisch-Patenkirchen

Entwicklung:

Kontaktperson: None

Adresse:

Internet: , E-mail:

Literatur: None

Anmerkungen: None

Kennung: J36, Literaturliste des Projekts

Projekt Hof Ritzerau

Staat: Deutschland

Institution: Ökologie-Zentrum Kiel, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Pflanzenern. und Bodenkunde Inst. f. Pflanzenbau und Zuechtung Inst. f. Wasserw und Landsch-Oekologie

Finanzierung: Fielmann

Beginn: 2001, Dauer: 15 Jahre

Anlass:

Methoden:

Gebiet: Gut Ritzerau Schleswig-Holstein , Rechtswert: 10,5°O, Hochwert: 53,7°N

Systemtyp: Agrar

Schwerpunkte: Umstellung auf ökologischen Landbau

LeiterIn: Prof. Dr. H. Roweck

Institution: Ökologie-Zentrum Kiel, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Pflanzenern. und Bodenkunde Inst. f. Pflanzenbau und Zuechtung Inst. f. Wasserw und Landsch-Oekologie

Dokumentation:

Kommunikation:

Entwicklung:

Kontaktperson: Carsten Höhler

Adresse: Schauenburger Str. 113, 24118 Kiel

Internet: <http://www.ecology.uni-kiel.de/ritzerau/>, **E-mail:** carstenh@ecology.uni-kiel.de

Literatur:

Anmerkungen:

Kennung: A2, Literaturliste des Projekts

Sodankylä - FMI-Arctic research centre

- Staat:** Finland
- Institution:** Sahaajankatu 20 E
- Finanzierung:** European Union
- Beginn:** 0, Dauer: 0 Jahre
- Anlass:**
- Methoden:** Tower measurement (48 m): air temperature; annual leaf litter production; atmosphere stability parameter; canopy radiative temperature; canopy height; carbon dioxide concentration; carbon dioxide flux density; CO₂ storage in canopy air layer; diffuse radiation; global radiation; heat storage in canopy air layer; latent heat; latent heat in canopy air layer; leaf area density; leaf area index; leaf dark respiration; leaf nitrogen concentration; leaf nitrogen pool; leaf stomatal conductance; litter leaf C/N; momentum; net radiation; pH; photosynthetic max capacity; photosynthetic photon flux density; precipitation; pressure; reflected radiation; relative humidity; soil heat flux density; sensible heat; snow depth; soil bulk density; soil heat flux density; soil property: depth, texture, structure, horizon, etc; soil temperature; soil water content; species composition; specific leaf weight; standing leafbiomass; stem area index; trees age; trees density; total soil carbon; total soil nitrogen; Water vapour concentration; Wind direction; Wind horizontal speed; wood biomass;
- Gebiet:** Lapland; Sodankylä, Rechtswert: 26° 39' E, Hochwert: 67°22' N
- Systemtyp:** Wald
- Schwerpunkte:**
- LeiterIn:** Tuomas Laurila
- Institution:** Sahaajankatu 20 E
- Dokumentation:**
- Kommunikation:**
- Entwicklung:**
- Kontaktperson:** Tuomas Laurila
- Adresse:** Sahaajankatu 20 E, FIN-00810 Helsinki, Finland
- Internet:** http://www.bgc-jena.mpg.de/public/carboeur/sites/index_ind.html; www.fmi.fi,
E-mail: tuomas.laurila@fmi.fi
- Literatur:** None
- Anmerkungen:** North boreal coniferous forest; Age: unevenaged 50-80 years; Part of CARBOEUROFLUX (An investigation on Carbon and Energy exchanges of terrestrial ecosystems in Europe); [colocated facility: Close to the facilities of FMI-Arctic research centre]
- Kennung:** KW74, Literaturliste des Projekts

UFZ-Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle GmbH

- Staat:** Deutschland
- Institution:** UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
- Finanzierung:** 90 % BMBF, 5% Sachsen, 5% Sachsen-Anhalt
- Beginn:** 1992, Dauer: 0 Jahre
- Anlass:** stark belastete Landschaft des Mitteldeutschen Raumes
- Methoden:** Die landschaftsorientierte, naturwissenschaftliche Forschung wird eng mit Sozialwissenschaften der ökologischen Ökonomie und dem Umweltrecht verbunden. Anwendungsorientierte, interdisziplinäre Forschung ist Bestandteil von Verbundprojekten, an denen die Sektionen des UFZ mit ihrer Grundlagenforschung beteiligt sind.
- Gebiet:** Raum Halle-Leipzig, Rechtswert: 12°W, Hochwert: 51,5°N
- Systemtyp:** Agrar
- Schwerpunkte:** Sanierung und Gestaltung der stark belasteten Landschaften Mittel- und Ostdeutschlands, Biodiversität, genetische Vielfalt und Habitat, Umweltbiotechnologie, Gentechnologie, Forschung zur Definition und Umsetzbarkeit von Umweltqualitätszielen
- LeiterIn:** Prof. Dr. Peter Fritz
- Institution:** UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
- Dokumentation:** Messebeteiligungen, Jahresbericht, Imagebroschüre, Magazin Lebensräume, Broschüren, Faltblätter, UFZ-Berichte, UFZ-Diskussionspapiere
- Kommunikation:** Forschungskontakte zu Nord- und Südamerika, Osteuropa, südliches Afrika
- Entwicklung:**
- Kontaktperson:** Prof. Dr. Peter Fritz
- Adresse:** Standort Leipzig, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
- Internet:** <http://www.ufz.de/>, **E-mail:** gf@gf.ufz.de
- Literatur:** None
- Anmerkungen:** None
- Kennung:** A9, Literaturliste des Projekts

US LTER (Long Term Ecological Research) Network

Staat: USA

Institution: Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado; University of Alabama; Colorado State University; Texas Tech University; Montana State University; Desert Research Institute; Dartmouth College; U.S. Geological Survey, Water Resources Division, Portland State University; and University of Illinois at Chicago

Finanzierung: US Science Foundation

Beginn: 1992, Dauer: 10 Jahre

Anlass: US LTER-Site

Methoden:

Gebiet: McMurdo Station, Antarktis, Rechtswert: 165,0° E, Hochwert: 78,0° S

Systemtyp: Polar

Schwerpunkte: Mikrobielle Ökosystemdynamik in ariden Böden, ephemere Flüsse, geschlossene Beckensen; Ressourcen- und Umweltkontrollen im terrestrischen, in Flüssen und Ökosystemen; Materialtransporte zwischen aquatischen und terrestrischen Ökosystemen; Ökosystemreaktionen auf größere hydrologische Ströme verursacht durch Klimaerwärmung

LeiterIn: William Berry Lyons

Institution: Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado; University of Alabama; Colorado State University; Texas Tech University; Montana State University; Desert Research Institute; Dartmouth College; U.S. Geological Survey, Water Resources Division, Portland State University; and University of Illinois at Chicago

Dokumentation:

Kommunikation:

Entwicklung: noch in Betrieb

Kontaktperson: None

Adresse: Ohio State University, 1090 Carmack Rd, Scott Hall Columbus, OH 43210-1002 USA

Internet: <http://huey.Colorado.EDU/LTER/>, **E-mail:** lyons.142@osu.edu

Literatur: John C. Prisco (Ed.) (19##) :Ecosystem Dynamics in a Polar Desert: The McMurdo Dry Valleys, Antarctica. Washington D.C.. W.B. Lyons (Ed.) (19##) : Ecosystem Processes in Antarctic Ice-free Landscapes. Rotterdam.

Anmerkungen: None

Kennung: B3, Literaturliste des Projekts

Weidelandschaft Eidertal

- Staat:** Deutschland
- Institution:** Ökologiezentrum
- Finanzierung:** BMBF
- Beginn:** 1999, Dauer: 4 Jahre
- Anlass:** Gefährdung von Offenlandschaften
- Methoden:** -Vegetationsökologie: Vegetationskartierung vor und nach Beweidung
-Tierökologie: Habitateignungsanalyse im Rahmen der Veränderung des Gesamtgebietes sowie auf der Beobachtung der tatsächlichen Habitatnutzung. Hinzu kommen punktgenaue Aufnahmen einzelner Zeigerarten. Parallel dazu wird eine Habitateignungsschätzung auf Basis vegetationsstruktureller Merkmale sowie vorhandener Habitatmodelle durchgeführt.
- Gebiet:** Eidertal, wenige Kilometer südlich von Kiel, Rechtswert: ~10°E, Hochwert: ~54°N
- Systemtyp:** Feuchtgebiete
- Schwerpunkte:** Auswirkungen extensiver Beweidungssysteme auf Biozönosen und sozio-ökonomische Analyse des Managements von Offenland-Ökosystemen
- LeiterIn:** Prof.Dr.Roweck
- Institution:** Ökologiezentrum
- Dokumentation:**
- Kommunikation:**
- Entwicklung:**
- Kontaktperson:** None
- Adresse:** Ökologiezentrum Schauenburger Str. 112 24118 Kiel
- Internet:** <http://www.ecology.uni-kiel.de/ageider>, **E-mail:** kai-j@ecology.uni-kiel.de
- Literatur:** None
- Anmerkungen:** None
- Kennung:** J9, Literaturliste des Projekts

Weierbach-Projekt - Prognosemodell für die Gewässerbelastung durch Stofftransport aus kleinen Einzugsgebieten

Staat: Deutschland

Institution: mehrere Institute der Universität Karlsruhe, die Staatliche Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Augustenberg in Karlsruhe sowie je ein Institut der Universität Heidelberg, der Technischen Universität Cottbus und der Universität Bayreuth

Finanzierung: BMBF

Beginn: 1989, Dauer: 0 Jahre

Anlass:

Methoden:

Gebiet: Weierbach im Kraichgau, Rechtswert: , Hochwert:

Systemtyp: Agrar

Schwerpunkte: Ziel des Verbundvorhabens ist die Erstellung eines prognosefähigen numerischen Simulationsmodells für den Transport von Wasser und dessen Inhaltsstoffen in und aus kleinen, hauptsächlich landwirtschaftlich genutzten Wassereinzugsgebieten. Die Prozesse auf der Geländeoberfläche, in den Oberflächengewässern, in der ungesättigten Bodenzone und der Zufluß aus dem Grundwasser sollen flächendetailliert und möglichst weitgehend deterministisch nachgebildet werden. Zu den untersuchten Stoffen gehören Feststoffe (aus Erosionen), Nitrat, Phosphat und Pflanzenschutzmittel. Untersuchungen und Modellentwicklung werden für das Einzugsgebiet des Weierbaches im Kraichgau.

LeiterIn: Prof.Dr. Ing. Dr. Ing. E.h. Erich J. Plate

Institution: mehrere Institute der Universität Karlsruhe, die Staatliche Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Augustenberg in Karlsruhe sowie je ein Institut der Universität Heidelberg, der Technischen Universität Cottbus und der Universität Bayreuth

Dokumentation: mehrere Internetseiten:

<http://www.geo.uni-bayreuth.de/bodenphysik/projekte/weierbach.html>

<http://www.uni-karlsruhe.de/~fzu/Projects/UniProjects/project.42.de.html>

<http://pweb.uunet.de/werner.ma/publikationen/kggr-mw10.htm>

Kommunikation:

Entwicklung:

Kontaktperson: Markus Casper

Adresse: Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft Universität Karlsruhe Kaiserstr.12
D-76128 Karlsruhe

Internet: <http://www.uni-karlsruhe.de/~wei/>, **E-mail:**
markus.casper@bau-verm.uni-karlsruhe.de

Literatur: None

Anmerkungen: None

Kennung: n8, Literaturliste des Projekts

Yatir

- Staat:** Israel
- Institution:** Weizmann Institute of Science
- Finanzierung:** European Union
- Beginn:** 2000, Dauer: 0 Jahre
- Anlass:**
- Methoden:** Tower measurement (14 m): air temperature; atmosphere stability parameter; canopy height; carbon dioxide concentration; carbon dioxide flux density; latent heat; leaf area index; litter leaf C/N; momentum; net radiation; photosynthetic max capacity; photosynthetic photon flux density; precipitation; pressure; relative humidity; soil heat flux density; sensible heat; soil heat flux density; soil temperature; soil water content; stemflow; throughfall; trees age; trees density; tree transpiration; Water vapour concentration; Wind direction; Wind horizontal speed; wood increment
- Gebiet:** North Negev; , Rechtswert: 35°00' E, Hochwert: 31°20' N
- Systemtyp:** Wald
- Schwerpunkte:**
- LeiterIn:** Dan Yakir
- Institution:** Weizmann Institute of Science
- Dokumentation:**
- Kommunikation:**
- Entwicklung:**
- Kontaktperson:** Dan Yakir
- Adresse:** Weizmann Institute of Science; PO Box 26; 76100 Rehovot / Israel
- Internet:** http://www.bgc-jena.mpg.de/public/carboeur/sites/index_ind.html;
<http://www.weizmann.ac.il/ESER/Yakir/Yatir.htm>, **E-mail:**
ciyakir@wisemail.weizmann.ac.il; Eyal.Rotenberg@weizmann.ac.il
- Literatur:** None
- Anmerkungen:** semi arid coniferous forest; (Plantation, Kyoto 3.3); Age: 35 (oldest part); Part of CARBOEUROFLUX (An investigation on Carbon and Energy exchanges of terrestrial ecosystems in Europe)
- Kennung:** KW82, Literaturliste des Projekts

Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V.

Staat: Deutschland

Institution: ZALF

Finanzierung: BMVEL, MLUR

Beginn: 1992, Dauer: 0 Jahre

Anlass:

Methoden: Die Grundlagenforschung ist anwendungsbezogen, d.h. die Untersuchungen orientieren sich an akuten Problemen und münden in Werkzeugen zur Entscheidungshilfe. Die Größen des Natur- und Landschaftshaushaltes werden beachtet und ökonomische, gesellschaftliche und politische Faktoren einbezogen. Die vorrangig disziplinär ausgerichteten Institute werden im interdisziplinären Forschungsverbund "Nachhaltige Landschaftsentwicklung - Nordmitteleuropa 2020" gebündelt. Weitere interdisziplinäre Arbeit findet u.a. über institutsübergreifende Forschergruppen statt.

Gebiet: Nordost-Brandenburgs (Nördliche Uckermark, Südliche Uckermark, Barnim-Lebus), Niedermoorgebiet des Rhinluchs, Rechtswert: 13,5°W, Hochwert: 53°N

Systemtyp: Agrar

Schwerpunkte: Analyse, Beurteilung und Prognose von Prozessen und ihrer Wechselwirkungen in vorwiegend agrarisch genutzten Landschaften des Nordostdeutschen Tieflands.

LeiterIn: Prof. Dr. Hubert Wiggering

Institution: ZALF

Dokumentation: ZALF-Berichte, ZALF-CDs, ZALF-Jahresberichte, ZALF-Bibliothek-Recherche im Internet

Kommunikation: Forschungsarbeiten werden in enger Abstimmung und Kooperation mit auf vergleichbaren Forschungsgebieten tätigen Institutionen des In- und Auslands realisiert.

Entwicklung:

Kontaktperson: Prof. Dr. Hubert Wiggering

Adresse: ZALF, Inst. für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

Internet: <http://www.zalf.de/>, **E-mail:** wiggering@zalf.de

Literatur: None

Anmerkungen: siehe auch Kennung A4

Kennung: A7, Literaturliste des Projekts

MATERIALIEN 2: FRAGEBÖGEN

Übersicht:

2.1	Mantelbogen.....	18
2.2	Fragebogen 1	20
2.3	Fragebogen 2	27
2.4	Fragebogen 3	32

2.1 Mantelbogen

1. Allgemeine Angaben

1.1 Wir bitten um die folgenden Angaben zu Ihrer Person:

Vorname, Name und Titel: Institution (Name und Postanschrift): e-mail-Adresse:
--

1.2 Sind/waren Sie tätig...

- ☐ in der Ökosystemforschung?
- ☐ in der Umweltpolitik und/oder –planung?
- ☐ an der Schnittstelle der beiden Arbeitsfelder?
- ☐ in der Ausbildung und Lehre?

1.3 Bitte erläutern Sie kurz Ihre Expertise im Hinblick auf die ökosystemare Umweltforschung (z.B. Projektleiter, Koordinator etc.)

1.4 Bitte nennen Sie uns ggf. das oder die Ökosystemforschungsvorhaben, an denen Sie beteiligt sind/waren:

Sollte das Vorhaben bereits in der von uns erstellten Projektdatenbank aufgenommen sein, (siehe Liste im Anhang oder www.ecology.uni-kiel.de:8080/synopse), verweisen Sie bitte auf die entsprechende Kennziffer und teilen Sie uns Ergänzungen oder Korrekturen formlos mit. Im anderen Falle füllen Sie bitte das Formular auf der nächsten Seite aus.

Kennziffer des Ökosystemforschungsvorhabens in der Projektdatenbank:

Beschreibung der Forschungseinrichtung und des Forschungsvorhabens (nutzen Sie so viel Raum, wie Ihnen nötig erscheint)	
1	Titel des Forschungsvorhabens und/oder Forschungsverbundes
2	Federführende und beteiligte Institutionen (u.a. universitär, außeruniversitär)

3	Projektleitung: (Name, Adresse, e-mail)
4	Laufzeit des Forschungsvorhabens
5	Forschungsraum/ -gebiet (untersuchte Landschafts- und Ökosystemtypen)
6	Einbindung des Vorhabens in einen Forschungsverbund oder ein übergeordnetes Forschungsprogramm
7	Finanzierung des Forschungsvorhabens, Auftraggeber
8	Schwerpunktforschungsthemen bzw. –fragestellungen
9	Motivation für das Vorhabens
10	Eingesetzte Methoden, Techniken und Arbeitsweisen
11	Hinweise auf zusammenfassende Literatur
11	Form der Dokumentation und Publikation der Forschungsergebnisse
12	Internetadresse mit vertiefenden Informationen zu den Projekthalten und –struktur:

2. Spezifische Fragen

Bitte wählen Sie in Abhängigkeit ihrer Angaben unter Pkt. 1.2 unter den angebotenen Formularen die Folgenden aus,

Wenn Sie in der Ökosystemforschung tätig sind/waren

⇒ Formular 1.

Wenn Sie in der Umweltpolitik, -verwaltung und/oder –planung tätig sind/waren

⇒ Formular 2.

Wenn Sie an der Schnittstelle der beiden Arbeitsfelder oder in der Ausbildung und Lehre tätig sind/waren

⇒ Formular 3.

Wenn Sie den Fragebogen digital ausfüllen wollen, wählen Sie bitte die jeweilige(n) Datei(en) mit der Extension „doc“ (es handelt sich um ein Word 7-Dokument).

Wenn Sie den Fragebogen handschriftlich ausfüllen wollen, wählen Sie bitte die jeweilige(n) Datei(en) mit der Extension „pdf“ (es handelt sich um eine pdf-Datei, die Sie sich problemlos mit dem Acrobat Reader ausdrucken können).

In einigen Fällen haben wir ja/nein-Anworten vorgesehen, bitte setzen Sie dann ein Kreuz (digital oder in der pdf-Version handschriftlich).

☒ nein

☐ ja

In anderen Fällen haben wir Ihnen zur Auswahl verschiedene Antworten zum Ankreuzen angeboten. Es handelt sich um multiple choice-Fragen, sie können also auch mehrere Kreuze setzen.

2.2 Fragebogen 1

Bitte bearbeiten, wenn Sie in der Ökosystemforschung tätig sind/waren.

1 Bedeutung der Ökosystemforschung im Wissenschaftssystem

1.1 Welchen Beitrag hat ihrer Ansicht nach die Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in den **Umwelt- und Systemwissenschaften** geliefert (z.B. von der Betrachtung von Wirkungsketten hin zur Betrachtung von Wirkungsnetzen oder von der Linearität von Prozessen hin zu einer Nicht-Linearität)?

1.2 Gibt es einen solchen Beitrag speziell aus „Ihrem/Ihren“ Ökosystemforschungsvorhaben?

☐

nein

☐

ja

Wenn ja, worin besteht dieser?

2 Beitrag der Ökosystemforschung zur Ausrichtung der Umweltpolitik und zur Formulierung umweltpolitischer Ziele

2.1 Welchen Beitrag hat ihrer Ansicht nach die Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in der **Umweltpolitik und im Umweltmanagement** geliefert (z.B. von ressortbeschränkten Strategien zu einer stärker ressortübergreifenden Umweltpolitik oder von einer Einzelproblem-Zentrierung hin zu einer Zentrierung auf eine nachhaltige Entwicklung)?

2.2 Können Sie allgemein einen relevanten Einfluss der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung auf die Formulierung (konkreter) politischer **Leitbilder oder Ziele** erkennen (z.B. auf die Verabschiedung von Abkommen wie der Biodiversitätskonvention)?

☐

nein

☐

ja

Wenn ja, welche?

2.3 Wurden bzw. werden nach Ihren Kenntnisstand speziell in „Ihrem/Ihren“ Vorhaben erzeugte Forschungsergebnisse für die Formulierung und Präzisierung von **Umweltzielen** (Umweltqualitätszielen, -standard und -handlungszielen) eingesetzt (führten die Vorhabensergebnisse z.B. zur Formulierung oder Anpassung von Grenz-, Richt- und Leitwerten)?

☐

nein

☐

ja

Wenn ja, welche?

- 2.4 Gab es zu Beginn des Vorhabens oder auch während seiner Laufzeit **gezielte Vorstellungen zur späteren Anwendung der Forschungsergebnisse** im Rahmen der Umweltpolitik, bzw. wurde das Vorhaben gezielt auf einen solchen Anwendungsbezug hin konzipiert (z.B. zur Revision von Grenz-, Richt- und Leitwerten der Emission oder Immission von Schadstoffen)?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche Vorstellungen gab es?

- 2.5 Auf welchen **Maßstabsebenen** (z.B. national, regional usw.) sehen Sie die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik?

- 2.6 Gab es für Sie **überraschende Anwendungsfälle**, die nach der ursprünglichen Forschungskonzeption nicht vorgesehen waren bzw. zeichnen sich diese im laufenden Vorhaben ab (z.B. auch Anwendungen nicht geplanter technischer Neuerungen)?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche?

3 Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung

- 3.1 Können Sie grundsätzlich einen relevanten **Einfluss** der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung **auf die Umweltplanung** erkennen (z.B. auf Entwicklung methodischer Instrumente oder den Einsatz bestimmter Techniken in der Planung wie den Einsatz geographischer Informationssysteme oder der Szenariotechnik)?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche?

- 3.2 Wissen Sie von **konkreten Anwendungsfällen** der in „Ihrem/Ihren“ Vorhaben erzeugten Forschungsergebnisse in der Umweltplanung?

☐ nein

☐ ja

Und wenn ja, um welche handelt es sich?

☐ Einsatz der im Rahmen des Forschungsvorhabens erzeugten Grundlagendaten für das Untersuchungs- und Planungsgebiet (z.B. Übernahme von Forschungsergebnissen für die Beschreibung und Analyse des Untersuchungsraumes)

☐ Einsatz methodischer Instrumente (z.B. Untersuchungsstrategien, Bewertungsvorgänge, Überlagerungen von Informationsschichten)

☐ Einsatz technisch weiter entwickelter Instrumentarien (z.B. GIS-Techniken, Techniken im Bereich der Fernerkundung, EDV-Modelle)

☐ Andere

Wenn es Ihnen möglich ist, präzisieren Sie bitte diese Anwendungsfälle:

- 3.3 Gab es zu Beginn des Vorhabens oder auch während seiner Laufzeit **gezielte Vorstellungen zur späteren Anwendung der Forschungsergebnisse** in der Umweltplanung, bzw. wurde das Vorhaben gezielt auf einen bestimmten Anwendungsbezug in der Planung hin konzipiert (z.B. zur planerischen Bewältigung von Managementfragen und Nutzungskonflikten innerhalb oder auch außerhalb von Schutzgebieten oder zur Ausweisung eines Schutzgebietes oder anderer Vorranggebiete)?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche?

- 3.4 Auf welchen **Maßstabsebenen** (z.B. national, regional usw.) sehen Sie die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung (gab es z.B. Einflüsse auf das Management von Schutzgebieten)?

- 3.5 Entsprechen die aktuellen **Anwendungen** der Forschungsergebnisse in der Planung Ihren Vorstellungen oder den Vorstellungen anderer Forschungsbeteiligten?

☐ ja

☐ nein

Wenn nein, inwiefern nicht?

- 3.6 Gab es für Sie **überraschende Anwendungsfälle** in der Planung, die nach der ursprünglichen Forschungskonzeption nicht vorgesehen waren (z.B. auch Anwendungen technischer Neuerungen)?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche?

4 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung

- 4.1 Wie schätzen Sie die Bedeutung einer engen

- a) konzeptionellen und
- b) praktischen

Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung ein?

- 4.2 Resultierten aus „Ihrem/Ihren“ Vorhaben konkrete **technische Neuerungen** (anwendungsbezogene Mess- und Verfahrenstechniken), welche in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenerhebung Einsatz finden oder finden können?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche?

4.3 Resultierten aus „Ihrem/Ihren“ Vorhaben konkrete **konzeptionelle und methodische Neuerungen**, welche in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenauswertung Einsatz finden oder finden können (wie z.B. Korrelationsanalysen, Szenariotechniken)?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche?

4.4 Gab oder gibt es aus „Ihrem/Ihren“ Ökosystemforschungsvorhaben heraus anderweitige **Impulse** eher **strategischer und struktureller oder auch inhaltlicher Art** für die Initiierung oder Neukonzipierung der Umweltbeobachtung?

☐ nein

☐ ja, strategischer und struktureller Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, wie unterschiedliche messende und datenauswertende Institutionen in der Umweltbeobachtung intensiver zusammenarbeiten können)

☐ ja, inhaltlicher Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, welchen Themen und Umweltproblemen sich die Umweltbeobachtung in Zukunft mit Schwerpunkt annehmen sollte)

Können Sie diese Impulse weiter präzisieren?

4.5 Mündete(n) „Ihr(e)“ Vorhaben (unmittelbar) in ein **Umweltbeobachtungsprogramm** (mit einem gegenüber dem Forschungsprogramm reduziertem Erhebungsaufwand), bzw. ist dies vorgesehen?

☐ nein

☐ ja

Können Sie das Beobachtungsprogramm konkret benennen (Titel, Ziel und räumlicher Bezug)?

4.6 Welche Probleme sehen Sie bei diesem Schritt der „Überführung“ von einem Forschungs- zu einem Umweltbeobachtungsprogramm?

5 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Umweltberichterstattung

5.1 Sind Sie der Meinung, dass die Ökosystemforschung eng mit Aufgaben der Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit **verknüpft** werden sollte?

☐ nein

☐ ja

Bitte begründen sie Ihre Ansicht:

5.2 Denken Sie, dass diese Verknüpfung in der Vergangenheit in ausreichendem Maße stattgefunden hat?

☐ ja

☐ nein

Wenn nein, woran könnte das Ihres Erachtens liegen?

5.3 Kennen Sie **Positiv-Beispiele** (auch aus „Ihrem/Ihren“ Ökosystemforschungsvorhaben) **für solche Verknüpfungen** von Ökosystemforschung mit der Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit? Gab oder gibt es z.B. begleitend zu den Vorhaben Diskussionsforen mit der Öffentlichkeit, fanden oder finden Führungen auf die Messflächen statt, gibt es begleitende Publikationen in den Printmedien?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, können Sie uns diese nennen?

5.4 Gab oder gibt es aus „Ihrem/Ihren“ Ökosystemforschungsvorhaben heraus **Impulse für die Umweltberichterstattung**, seien diese strategischer und struktureller oder auch methodischer und inhaltlicher Art?

☐ nein

☐ ja, strategischer und struktureller Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, welcher Zielgruppe wie berichtet wird, wer berichtet oder von welchen Stellen Daten für die Berichterstattung geliefert und in der Berichterstattung zusammengeführt werden)

☐ ja, methodischer und inhaltlicher Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, welche Themen und Umweltprobleme behandelt werden oder wie Ursache-Wirkungsbeziehungen von Umweltveränderungen in der Berichterstattung transparent gemacht werden können)

Können Sie diese Impulse weiter konkretisieren?

5.5 Hat die Ökosystemforschung Ihrer Einschätzung nach wesentliche **Beiträge zur Indikatorendiskussion** geliefert (z.B. zur Auswahl aussagekräftiger Indikatoren, zur Formulierung aggregierter Indikatoren)?

☐ nein

☐ ja

Können Sie Ihres Erachtens relevante Ökosystemforschungsvorhaben benennen, welche die Indikatorendiskussion bereichert haben?

6 Kritische Reflexion von Ökosystemforschungsvorhaben

Ihre Aussagen zur kritischen Reflexion werden mit besonderer Sorgfalt ausgewertet und nur in „anonymisierter“ Form weiter verarbeitet.

- 6.1 Reflektiert(e/n) „Ihr(e)“ Vorhaben kritisch seine **organisatorische Struktur und strategische Vorgehensweise** (z.B. wurde während oder am Ende des Vorhabens die Frage gestellt, ob die organisatorische Struktur geeignet war oder ist, um eine Synthese der Projektergebnisse zu erreichen)?

☐ ja

☐ nein

Wenn nein, können Sie uns Gründe hierfür nennen?

Wenn ja, welche Kritik wurde vorgebracht, bzw. wo ist diese niedergelegt und welche Empfehlungen werden gegeben?

- 6.2 Kam oder kommt es in dem/den Vorhaben zu einer **Synthese der Projektergebnisse**? Wurden oder werden zusammenfassende Syntheseberichte erstellt?

☐ ja

☐ nein

Wenn nein, können Sie uns Gründe hierfür nennen?

Wenn ja, zitieren Sie bitte den Synthesebericht:

- 6.3 Welche konkreten Ergebnisse hat/haben „Ihr/Ihre“ Vorhaben der Ökosystemforschung hervorgebracht, die im Kontext der Umweltwissenschaft wichtige Impulse und Fortschritte angeregt oder bewirkt haben (nennen Sie z.B. ¹)?

- 6.4 Konnten zum Abschluss des/der Vorhaben(s) **Hinweise auf weiteren Forschungsbedarfs** gegeben werden, bzw. ist im laufenden Vorhaben bereits ersichtlich, dass es zu einer solchen Aussage kommen wird?

☐ ja

☐ nein

Wenn nein, können Sie uns Gründe hierfür nennen?

- 6.5 Wie beurteilen Sie aus Ihrer eigenen Erfahrung heraus die **Problematik interdisziplinären Arbeitens**? Wurde interdisziplinäres Arbeiten in „Ihrem/Ihren“ Vorhaben praktiziert?

☐ ja

☐ nein

Wenn ja, welche Formen der Organisation und Kommunikation haben sich Ihres Erachtens besonders bewährt?

Wenn nein, woran könnte das Scheitern der Interdisziplinarität gelegen haben?

¹ Uns ist klar, dass eine solche stark verkürzte Darstellung der wissenschaftlichen Essenz Ihres/Ihrer Vorhaben(s) vollkommen unzureichend ist, um irgendeiner evaluierenden Aussage zugeführt zu werden, wir möchten aber die wesentlichsten Ergebnisse Ihrer Forschungsarbeiten in den anzufertigenden Bericht aufnehmen.

6.6 Sehen Sie die **Modellentwicklung** als einen wesentlichen Aufgabenbereich der Ökosystemforschung?

☐ ja

☐ nein

Wenn ja, welche Bedeutung kommt der Modellentwicklung Ihres Erachtens zu?

Wenn nein, begründen Sie bitte wenn möglich Ihr Urteil?

6.7 Worin sehen Sie zusammenfassend die größten **Vor- und Nachteile der Ökosystemforschung** und ihre größten Probleme?

7 Was wünschen Sie sich von der Ökosystemforschung der Zukunft?

☐ eine stärkere Orientierung an aktuellen Umweltproblemen

☐ eine stärkere Loslösung von aktuellen umweltpolitischen Diskussionen

☐ einen grundsätzlich engeren Austausch zwischen Ökosystemforschern und Anwendern und damit auch eine stärkere Orientierung der Ökosystemforschung an anwendungsbezogenen Themen

☐ eine stärkere Betonung der Erarbeitung praxistauglicher Methoden und Instrumente (z.B. leicht handhabbare Modelle, gut verständliche und aus vorhandenen Daten erzeugbare Indikatoren)

☐ eine größere Unabhängigkeit von den Anforderungen der Verwaltungs- und Planungspraxis und der Umweltpolitik

Haben Sie weitere Anregungen oder Ideen für die Ökosystemforschung der Zukunft?

- in organisatorischer Hinsicht:
- in inhaltlichen Hinsicht (u.a. thematische Schwerpunkte, Entwicklung von methodischen und technischen Instrumentarien)?

Wenn Sie sich einen engeren Austausch zwischen Ökosystemforschern und Anwendern wünschen: Haben Sie Ideen, wie man diesen organisieren könnte?

8 Sonstiges

An dieser Stelle freuen wir uns über Anregungen und Kritik zu unserer Vorgehensweise im Projekt:

Wir bedanken uns ganz herzlich bei Ihnen für Ihre Mitarbeit !

2.3 Fragebogen 2

Bitte bearbeiten, wenn Sie in der Umweltpolitik, -verwaltung oder -planung tätig sind/waren (u.a. Vertreter von Planungsbüros, der Umweltverwaltung, inkl. von Behörden und Institutionen, die in den Bereichen Umweltbeobachtung und Umweltberichterstattung tätig sind)

1 Beitrag der Ökosystemforschung zur Ausrichtung der Umweltpolitik und zur Formulierung umweltpolitischer Ziele

1.1 Welchen Beitrag hat die Ökosystemforschung ihrer Ansicht nach zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in der **Umweltpolitik und im Umweltmanagement** geliefert (z.B. von ressortbeschränkten Strategien zu einer stärker ressortübergreifenden Umweltpolitik oder von einer Einzelproblem-Zentrierung hin zu einer Zentrierung auf eine nachhaltige Entwicklung)?

1.2 Können Sie allgemein einen relevanten Einfluss der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung auf die Formulierung (konkreter) politischer **Leitbilder oder Ziele** erkennen (z.B. auf die Verabschiedung von Abkommen wie der Biodiversitätskonvention)?

☐ nein

☐ Ja

Wenn ja, welche?

1.3 Auf welchen **Maßstabsebenen** (z.B. national, regional usw.) sehen Sie die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik?

2 Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung

2.1 Können Sie einen relevanten **Einfluss** der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung auf die **Umweltplanung** erkennen (z.B. auf Entwicklung methodischer Instrumente oder den Einsatz bestimmter Techniken in der Planung wie den Einsatz geographischer Informationssysteme oder der Szenariotechnik)?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche Einsatzbereiche von Ökosystemforschungsergebnissen beurteilen sich als besonders bedeutsam? Bitte verwenden Sie Gewichtungen von 1 (sehr bedeutsam) bis 5 (ohne Bedeutung).

☐ Einsatz der im Rahmen von Forschungsvorhaben erzeugten Grundlagendaten für Untersuchungs- und Planungsgebiete (z.B. Übernahme von Forschungsergebnissen für die Beschreibung und Analyse von Untersuchungsräumen)

☐ Einsatz methodischer Instrumente (z.B. Untersuchungsstrategien, Bewertungsvorgänge, Überlagerungen von Informationsschichten)

☐ Einsatz technisch weiter entwickelter Instrumentarien (z.B. GIS-Techniken, Techniken im Bereich der Fernerkundung, EDV-Modelle)

☐ Andere

Begründen Sie – wenn es Ihnen möglich ist – ihre Einstufung:

2.2 Werden die Ergebnisse aus der Ökosystemforschung Ihres Erachtens so aufbereitet, dass Sie als Planer damit weiterarbeiten können, oder existiert ein relevantes **“Transformationsproblem”**, das es Ihnen erschwert, das “know how” aus Ökosystemforschungsprojekten für Ihre konkrete planerische Tätigkeit zu nutzen?

☐ nein, es gibt kein Transformationsproblem ☐ ja, es gibt ein Transformationsproblem

Wenn nein, was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für diese Transformationsprobleme?

2.3 Gibt es bestimmte Ökosystemforschungsvorhaben, die Ihres Erachtens einen herausragenden **Beitrag für methodische und technische Weiterentwicklungen in der Umweltplanung** geliefert haben und die Ihre Arbeit besonders bereichert haben?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche Vorhaben sind das und durch welche Ergebnisse zeichnen Sie sich besonders aus?

2.3 Würden Sie sich grundsätzlich einen stärkeren Anwendungsbezug der Ökosystemforschung wünschen?

☐ nein

☐ Ja

Wenn ja, in welchen Bereichen wünschen Sie sich methodische, technische oder auch inhaltliche Beiträge?

3 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung

3.1 Wie schätzen Sie die Bedeutung einer engen

a) konzeptionellen und

b) praktischen

Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung ein?

3.2 Welche Beiträge erscheinen Ihnen von besonderer Bedeutung?

Bitte verwenden Sie Gewichtungen von 1 (sehr bedeutsam) bis 5 (ohne Bedeutung).

☐ Konkrete **konzeptionelle und technische Neuerungen** (anwendungsbezogene Mess- und Verfahrenstechniken), welche in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenerhebung Einsatz finden oder finden können?

☐ Konkrete **konzeptionelle und methodische Neuerungen**, welche in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenauswertung Einsatz finden oder finden können (wie z.B. Korrelationsanalysen, Szenariotechniken)?

- ☐ Anregungen **strategischer und struktureller** Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, wie unterschiedliche messende und datenauswertende Institutionen in der Umweltbeobachtung intensiver zusammenarbeiten können)
- ☐ Anregungen **inhaltlicher** Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, welchen Themen und Umweltproblemen sich die Umweltbeobachtung in Zukunft mit Schwerpunkt annehmen sollte)
- ☐ Andere

Begründen Sie – wenn es Ihnen möglich ist – ihre Einstufung:

3.3 Wäre eine engere (auch räumliche) Verknüpfung von Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung Ihres Erachtens wünschenswert?

engere räumliche Verknüpfung	☐ nein	engere inhaltlich-methodische Verknüpfung	☐ nein
	☐ ja		☐ ja

Wenn ja, in welchen Bereichen wünschen Sie sich methodische, technische oder auch inhaltliche Anregungen?

3.4 Welche **Probleme** sehen Sie bei diesem Schritt der „**Überführung**“ von einem **Forschungs- zu einem Umweltbeobachtungsprogramm**?

4 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Umweltberichterstattung

4.1 Sind Sie der Meinung, dass die Ökosystemforschung eng mit Aufgaben der Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit **verknüpft** werden sollte?

☐ nein

☐ ja

Bitte begründen sie Ihre Ansicht:

4.2 Denken Sie, dass diese Verknüpfung in der Vergangenheit in ausreichendem Maße stattgefunden hat?

☐ nein

☐ ja

Wenn nein, woran könnte das Ihres Erachtens liegen?

4.3 Kennen Sie **Positiv-Beispiele für solche Verknüpfungen** von Ökosystemforschung mit Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit? Gab oder gibt es z.B. begleitend zu den Vorhaben Diskussionsforen mit der Öffentlichkeit, fanden oder finden Führungen auf die Messflächen statt, gibt es begleitende Publikationen in den Printmedien?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, können Sie uns diese nennen?

- 4.4 Kennen Sie Ökosystemforschungsvorhaben, aus denen heraus wesentliche Impulse für die Umweltberichterstattung erwachsen, seien diese strategischer und struktureller oder auch methodischer und inhaltlicher Art?

☐ nein

☐ ja, strategischer und struktureller Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, welcher Zielgruppe wie berichtet wird, wer berichtet oder von welchen Stellen Daten für die Berichterstattung geliefert und in der Berichterstattung zusammengeführt werden)

☐ ja, methodischer und inhaltlicher Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, welche Themen und Umweltprobleme behandelt werden oder wie Ursache-Wirkungsbeziehungen von Umweltveränderungen in der Berichterstattung transparent gemacht werden können)

Können Sie diese Impulse weiter konkretisieren und die Ihres Erachtens relevanten Ökosystemforschungsvorhaben benennen?

- 4.5 Hat die Ökosystemforschung Ihrer Einschätzung nach wesentliche **Beiträge zur Indikatorendiskussion** geliefert (z.B. zur Auswahl aussagekräftiger Indikatoren, zur Formulierung aggregierter Indikatoren)?

☐ nein

☐ ja

Können Sie Ihres Erachtens relevante Ökosystemforschungsvorhaben benennen, welche die Indikatorendiskussion bereichert haben?

In welchen Bereichen arbeiten Sie selbst mit Indikatoren?

5 Kritische Reflexion von Ökosystemforschungsvorhaben

Ihre Aussagen zur kritischen Reflexion werden mit besonderer Sorgfalt ausgewertet und nur in „anonymisierter“ Form veröffentlicht, dem Auftraggeber oder Dritten zugänglich gemacht.

- 5.1 Denken Sie, dass die **organisatorische Struktur und die strategische Vorgehensweise** bei der Durchführung von Ökosystemforschungsvorhaben sowie die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen in der Vergangenheit ausreichend reflektiert wurden oder derzeit werden?

☐ nein

☐ ja

Wenn nein, hinsichtlich welcher Aspekte würden Sie sich konkret eine stärkere Reflexion wünschen, d.h. auch: worin bestehen Ihres Erachtens die wesentlichsten Kritikpunkte?

Können Sie sich vorstellen, welches die Gründe für eine unbefriedigende Selbstreflexion sind?

Können Sie sich vorstellen, welches die Gründe für die von Ihnen besonders kritisierten Punkte sind?

5.2 Wie beurteilen Sie die **Problematik interdisziplinären Arbeitens** in der Ökosystemforschung, ausgehend von Ihren Erfahrungen in ihrem eigenen Arbeitsfeld? Praktizieren Sie selbst Formen interdisziplinären Arbeitens?

☐ ja

☐ nein

Wenn ja, welche Formen der Organisation und Kommunikation haben sich Ihres Erachtens besonders bewährt?

Wenn nein, woran könnte das Scheitern der Interdisziplinarität gelegen haben?

5.3 Sehen Sie die **Modellentwicklung** als einen wesentlichen Aufgabenbereich der Ökosystemforschung?

☐ ja

☐ nein

Wenn ja, welche Bedeutung kommt der Modellentwicklung Ihres Erachtens zu?

Wenn nein, begründen Sie bitte wenn möglich Ihr Urteil?

5.4 Worin sehen Sie zusammenfassend die größten **Vor- und Nachteile der Ökosystemforschung** und ihre größten Probleme?

6 Was wünschen Sie sich von der Ökosystemforschung der Zukunft?

☐ nichts, weil ich mir aus meiner bisherigen Erfahrung heraus keine konkrete Hilfestellung aus der Ökosystemforschung für meine Arbeit erwarten kann

☐ einen grundsätzlich engeren Austausch zwischen Ökosystemforschern und Anwendern und damit auch eine stärkere Orientierung der Ökosystemforschung an anwendungsbezogenen Themen

☐ eine stärkere Orientierung an aktuellen Umweltproblemen

☐ eine stärkere Loslösung von aktuellen umweltpolitischen Diskussionen

☐ eine stärkere Betonung der Erarbeitung praxistauglicher Methoden und Instrumente (z.B. leicht handhabbare Modelle, gut verständliche und aus vorhandenen Daten erzeugbare Indikatoren)

☐ eine bessere und allgemein verständlichere Synthese der Forschungsergebnisse

Haben Sie weitere Anregungen oder Ideen für die Ökosystemforschung der Zukunft?

- in organisatorischer Hinsicht:
- in inhaltlichen Hinsicht (u.a. thematische Schwerpunkte, Entwicklung von methodischen und technischen Instrumentarien)?

Welche Ideen haben Sie zur Organisation oder auch „Institutionalisierung“ eines engeren Austausches zwischen Ökosystemforschern und Anwendern ?

7 Sonstiges

An dieser Stelle freuen wir uns über Anregungen und Kritik zu unserer Vorgehensweise im Projekt:

Wir bedanken uns ganz herzlich bei Ihnen für Ihre Mitarbeit !

2.4 Fragebogen 3

Bitte bearbeiten, wenn Sie an der Schnittstelle von Ökosystemforschung und Umweltpolitik, verwaltung oder -planung oder in der Ausbildung und Lehre tätig sind/waren.

1 Bedeutung der Ökosystemforschung im Wissenschaftssystem

- 1.1 Welchen Beitrag hat ihrer Ansicht nach die Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in den **Umwelt- und Systemwissenschaften** geliefert (z.B. von der Betrachtung von Wirkungsketten hin zur Betrachtung von Wirkungsnetzen oder von der Linearität von Prozessen hin zu einer Nicht-Linearität)?

2 Beitrag der Ökosystemforschung zur Ausrichtung der Umweltpolitik und zur Formulierung umweltpolitischer Ziele

- 2.1 Welchen Beitrag hat ihrer Ansicht nach die Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in der **Umweltpolitik und im Umweltmanagement** geliefert (z.B. von ressortbeschränkten Strategien zu einer stärker ressortübergreifenden Umweltpolitik oder von einer Einzelproblem-Zentrierung hin zu einer Zentrierung auf eine nachhaltige Entwicklung)?
- 2.2 Können Sie allgemein einen relevanten Einfluss der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung auf die Formulierung (konkreter) politischer **Leitbilder oder Ziele** erkennen (z.B. auf die Verabschiedung von Abkommen wie der Biodiversitätskonvention)?

☐

nein

☐

ja

Wenn ja, welche?

- 2.3 Auf welchen **Maßstabsebenen** (z.B. national, regional usw.) sehen Sie die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik?

3 Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung

- 3.1 Können Sie einen relevanten Einfluss der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung erkennen (z.B. auf Entwicklung methodischer Instrumente

oder den Einsatz bestimmter Techniken in der Planung wie den Einsatz geographischer Informationssysteme oder der Szenariotechnik)?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche Einsatzbereiche von Ökosystemforschungsergebnissen beurteilen sich als besonders bedeutsam? Bitte verwenden Sie Gewichtungen von 1 (sehr bedeutsam) bis 5 (ohne Bedeutung).

☐ Einsatz der im Rahmen von Forschungsvorhaben erzeugten Grundlagendaten für Untersuchungs- und Planungsgebiete (z.B. Übernahme von Forschungsergebnissen für die Beschreibung und Analyse von Untersuchungsräumen)

☐ Einsatz methodischer Instrumente (z.B. Untersuchungsstrategien, Bewertungsvorgänge, Überlagerungen von Informationsschichten)

☐ Einsatz technisch weiter entwickelter Instrumentarien (z.B. GIS-Techniken, Techniken im Bereich der Fernerkundung, EDV-Modelle)

☐ Andere

Begründen Sie – wenn es Ihnen möglich ist – ihre Einstufung:

3.2 Werden die Ergebnisse aus der Ökosystemforschung Ihres Erachtens so aufbereitet, dass Sie als Planer damit weiterarbeiten können, oder existiert ein relevantes **“Transformationsproblem”**, das es Ihnen erschwert, das “know how” aus Ökosystemforschungsprojekten für Ihre konkrete planerische Tätigkeit zu nutzen?

☐ nein, es gibt kein Transformationsproblem ☐ ja, es gibt ein Transformationsproblem

Wenn nein, was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für diese Transformationsprobleme?

3.3 Gibt es bestimmte Ökosystemforschungsvorhaben, die Ihres Erachtens einen herausragenden **Beitrag für methodische und technische Weiterentwicklungen in der Umweltplanung** geliefert haben und die Ihre Arbeit besonders bereichert haben?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, welche Vorhaben sind das und durch welche Ergebnisse zeichnen Sie sich besonders aus?

3.4 Würden Sie sich grundsätzlich einen stärkeren Anwendungsbezug der Ökosystemforschung wünschen?

☐ nein

☐ ja

Wenn ja, in welchen Bereichen wünschen Sie sich methodische, technische oder auch inhaltliche Beiträge?

4 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung

4.1 Wie schützen Sie die Bedeutung einer engen

- a) konzeptionellen und
- b) praktischen

Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung ein ?

4.2 Welche Beiträge erscheinen Ihnen von besonderer Bedeutung?

Bitte verwenden Sie Gewichtungen von 1 (sehr bedeutsam) bis 5 (ohne Bedeutung).

☐ Konkrete **konzeptionelle und technische Neuerungen** (anwendungsbezogene Mess- und Verfahrenstechniken), welche in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenerhebung Einsatz finden oder finden können?

☐ Konkrete **konzeptionelle und methodische Neuerungen**, welche in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenauswertung Einsatz finden oder finden können (wie z.B. Korrelationsanalysen, Szenariotechniken)?

☐ **Anregungen strategischer und struktureller** Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, wie unterschiedliche messende und datenauswertende Institutionen in der Umweltbeobachtung intensiver zusammenarbeiten können)

☐ **Anregungen inhaltlicher Art** (z.B. im Hinblick auf die Frage, welchen Themen und Umweltproblemen sich die Umweltbeobachtung in Zukunft mit Schwerpunkt annehmen sollte)

☐ Andere

Begründen Sie – wenn es Ihnen möglich ist – ihre Einstufung:

4.3 Wäre eine engere (auch räumliche) Verknüpfung von Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung Ihres Erachtens wünschenswert?

engere räumliche	☐ nein	engere inhaltlich-methodische	☐ nein
Verknüpfung	☐ ja	Verknüpfung	☐ ja

Wenn ja, in welchen Bereichen wünschen Sie sich methodische, technische oder auch inhaltliche Anregungen?

4.4 Welche Probleme sehen Sie bei diesem Schritt der „Überführung“ von einem Forschungs- zu einem Umweltbeobachtungsprogramm?

5 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Umweltberichterstattung

5.1 Sind Sie der Meinung, dass die Ökosystemforschung eng mit Aufgaben der Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit **verknüpft** werden sollte?

☐

nein

☐

ja

Bitte begründen sie Ihre Ansicht:

5.2 Denken Sie, dass diese Verknüpfung in der Vergangenheit in ausreichendem Maße stattgefunden hat?

☐

nein

☐

ja

Wenn nein, woran könnte das Ihres Erachtens liegen?

5.3 Kennen Sie **Positiv-Beispiele für solche Verknüpfungen** von Ökosystemforschung mit Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit? Gab oder gibt es z.B. begleitend zu den Vorhaben Diskussionsforen mit der Öffentlichkeit, fanden oder finden Führungen auf die Messflächen statt, gibt es begleitende Publikationen in den Printmedien?

☐

nein

☐

ja

Wenn ja, können Sie uns diese nennen?

5.4 Kennen Sie Ökosystemforschungsvorhaben, aus denen heraus **wesentliche Impulse** für die Umweltberichterstattung erwachsen, seien diese strategischer und struktureller oder auch methodischer und inhaltlicher Art?

☐

nein

☐

ja, strategischer und struktureller Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, welcher Zielgruppe wie berichtet wird, wer berichtet oder von welchen Stellen Daten für die Berichterstattung geliefert und in der Berichterstattung zusammengeführt werden)

☐

ja, methodischer und inhaltlicher Art (z.B. im Hinblick auf die Frage, welche Themen und Umweltprobleme behandelt werden oder wie Ursache-Wirkungsbeziehungen von Umweltveränderungen in der Berichterstattung transparent gemacht werden können)

Können Sie diese Impulse weiter konkretisieren und die Ihres Erachtens relevanten Ökosystemforschungsvorhaben benennen?

- 5.5 Hat die Ökosystemforschung Ihrer Einschätzung nach **wesentliche Beiträge zur Indikatorendiskussion** geliefert (z.B. zur Auswahl aussagekräftiger Indikatoren, zur Formulierung aggregierter Indikatoren)?

☐

nein

☐

ja

Können Sie Ihres Erachtens relevante Ökosystemforschungsvorhaben benennen, welche die Indikatorendiskussion bereichert haben?

6 Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre/Ausbildung

- 6.1 Wie könnte **naturwissenschaftliche Interdisziplinarität** nach Ihrer Ansicht in der Ausbildung am besten gefördert werden?
- 6.2 Welche Bedeutung kommen Ihrer Meinung nach der Systemanalyse und der Umweltinformatik für die Ausbildung zu?
- 6.3 Wie sollte die **Zusammenarbeit zwischen ökologisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen** einerseits und **wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen** andererseits in der Ausbildung organisiert werden?
- 6.4 Sehen Sie in der Bearbeitung realer, transdisziplinärer **Fallbeispiele** z.B. in der Natur- und Landschaftsplanung unter Mitwirkung von Betroffenen Ansatzpunkte für eine innovative Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre?
- 6.5 Sehen Sie ein Defizit in der Schulung einer „**ökologischen Bewertungs- und Urteilskompetenz**“ (z.B. normative Grundlagen, Entscheidungstheorie, Bewertungsverfahren)?

7 Kritische Reflexion von Ökosystemforschungsvorhaben

Ihre Aussagen zur kritischen Reflexion werden mit besonderer Sorgfalt ausgewertet und nur in „anonymisierter“ Form veröffentlicht, dem Auftraggeber oder Dritten zugänglich gemacht.

- 7.1 Denken Sie, dass die **organisatorische Struktur und die strategische Vorgehensweise** bei der Durchführung von Ökosystemforschungsvorhaben sowie die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen in der Vergangenheit ausreichend reflektiert wurden oder derzeit werden?

☐

nein

☐

ja

Wenn nein, hinsichtlich welcher Aspekte würden Sie sich konkret eine stärkere Reflexion wünschen, d.h. auch: worin bestehen Ihres Erachtens die wesentlichsten Kritikpunkte?

Können Sie sich vorstellen, welches die Gründe für eine unbefriedigende Selbstreflexion sind?

Können Sie sich vorstellen, welches die Gründe für die von Ihnen besonders kritisierten Punkte sind?

7.2 Wie beurteilen Sie die **Problematik interdisziplinären Arbeitens** in der Ökosystemforschung, ausgehend von Ihren Erfahrungen in ihre eigenen Arbeitsfeld? Praktizieren Sie selbst Formen interdisziplinären Arbeitens?

☐

ja

☐

nein

Wenn ja, welche Formen der Organisation und Kommunikation haben sich Ihres Erachtens besonders bewährt?

Wenn nein, woran könnte das Scheitern der Interdisziplinarität gelegen haben?

7.3 Sehen Sie die **Modellentwicklung** als einen wesentlichen Aufgabenbereich der Ökosystemforschung?

☐

ja

☐

nein

Wenn ja, welche Bedeutung kommt der Modellentwicklung Ihres Erachtens zu?

Wenn nein, begründen Sie bitte wenn möglich Ihr Urteil?

7.4 Worin sehen Sie zusammenfassend die größten **Vor- und Nachteile der Ökosystemforschung** und ihre größten Probleme?

8 Was wünschen Sie sich von der Ökosystemforschung der Zukunft?

☐

nichts, weil ich mir aus meiner bisherigen Erfahrung heraus keine konkrete Hilfestellung aus der Ökosystemforschung für meine Arbeit erwarten kann

☐

einen grundsätzlich engeren Austausch zwischen Ökosystemforschern und Anwendern und damit auch eine stärkere Orientierung der Ökosystemforschung an anwendungsbezogenen Themen

☐

eine stärkere Orientierung an aktuellen Umweltproblemen

☐

eine stärkere Loslösung von aktuellen umweltpolitischen Diskussionen

☐

eine stärkere Betonung der Erarbeitung praxistauglicher Methoden und Instrumente (z.B. leicht handhabbare Modelle, gut verständliche und aus vorhandenen Daten erzeugbare Indikatoren)

☐

eine bessere und allgemein verständlichere Synthese der Forschungsergebnisse

Haben Sie weitere Anregungen oder Ideen für die Ökosystemforschung der Zukunft?

- in organisatorischer Hinsicht:
- in inhaltlichen Hinsicht (u.a. thematische Schwerpunkte, Entwicklung von methodischen und technischen Instrumentarien)?

Welche Ideen haben Sie zur Organisation oder auch „Institutionalisierung“ eines engeren Austausches zwischen Ökosystemforschern und Anwendern ?

9 Sonstiges

An dieser Stelle freuen wir uns über Anregungen und Kritik zu unserer Vorgehensweise im Projekt:

Wir bedanken uns ganz herzlich bei Ihnen für Ihre Mitarbeit !

MATERIALIEN 3: ADRESSATEN DER FRAGEBÖGEN

Reihenfolge: alphabetisch

Name	Institution
Aber, Prof. John	Yale University, Joint Appointment Department of Natural Resources, Forest Ecosystem Analysis, US
Ågren, Göran	Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Ecology and Environmental Research, Uppsala, Schweden
Alexy, Prof. Dr. Robert	Universität Kiel, Juristisches Seminar, Kiel, Deutschland
DeAngelis, Prof. Dr. Donald L.	University of Miami, U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Department of Biology, Corla Gables, US
Baron, Ph.D. Jill S.	U.S. Geological Survey, Natural Resource Ecology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, US
Bastian, Dr. habil Olaf	Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, AG Naturhaushalt und Gebietscharakter, Dresden, Deutschland
Bechmann, Prof. Dr. Armin	Synök-Institut, Basinghausen, Deutschland
Beese, Prof. Dr. Friedrich	Universität Göttingen, Institut für Bodenkunde und Waldernährung, Göttingen, Deutschland
Beierkuhnlein, Prof. Dr. Carl	Universität Rostock, Fachbereich Landeskultur und Umweltschutz, Landschaftsökologie und Standortkunde, Rostock, Deutschland
Bendoricchio, Prof. Dr. Giuseppe	University of Padova, Dept. Chemical Processes of Eng., Padova, Italien
Binder, MinR Dr. Norbert	BMBF 422 Globale Umweltaspekte, Friedens- und Konfliktforschung, Bonn, Deutschland
Blume, Prof. Dr. H.-P.	Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland
Bork, Prof. Dr. Hans-Rudolf	Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland
Bornhoeft, Dr. Dirk	Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (MUNF), Kiel, Deutschland
Bossel, Prof. i.R. Dr. Hartmut	Gesamthochschule Kassel, Lehrstuhl für Umweltsystemwissenschaften
Breckling, PD Dr. Broder	Universität Bremen, Zentrum für Umweltforschung und Umwelttechnologie (UFT), Bremen, Deutschland
Bredemeier, PD Dr. Michael	Universität Göttingen, Forschungszentrum Waldökosysteme, Göttingen, Deutschland
Bridgewater, Dr. Peter	UNESCO, Division of Ecological Sciences, Secretary of the MAB Programme, Paris, Frankreich
Buchmann, PD Dr. Nina	Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, Deutschland
Carpenter, Steve	University of Wisconsin, Centre of Limnology, US
Cernuska, Prof. Dr. Alexander	Universität Innsbruck, Institut für Botanik, Abteilung: Ökologie, Innsbruck, Österreich
Chapin III, Prof. Dr. Stuart F.	University of Alaska-Fairbanks, Department of Biology and Wildlife, Institute of Arctic Biology, US
Christensen, Prof. Dr. Torben R.	Lund University, Centre for Geobiosphere Studies, Department of Physical Geography & Ecosystem Analysis, Lund, Sweden
Colijn, Prof. Dr. Franciscus	Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Hafentörn, Büsum, Deutschland
Costanza, Prof. Dr. Robert	University of Maryland, Dept. of Zoology, US
Davies, Prof. Dr. Huw C.	ETH Zürich, Atmospheric and Climate Science ETH, Zürich, Schweiz
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück, Deutschland
Debeljak, Marko	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty: Department of Forestry, Ljubljana, Slovenia
Dittmann, Dr. Sabine	Zentrum für Flachmeer-, Küsten- und Meeresumweltforschung e.v., Forschungszentrum terramare, Wilhelmshaven, Deutschland

Name	Institution
Drösler, Matthias	Universität Bayreuth, Department of Plant Ecology, Bayreuth, Deutschland
Ehleringer, Prof. Dr. James R.	University of Utah, Department of Biology, Salt Lake City, US
Elbaz-Poulichet, Françoise	Université Montpellier II, UMR Hydrosociétés "Géochimie", Montpellier Frankreich
Fagre, Dr. Daniel	U.S. Geological Survey, Reston, US
Farke, Dr. Hubert	Biosphärenreservat Nationalpark, Niedersächsisches Wattenmeer, Wilhelmshaven, Deutschland
Filser, Prof. Dr. Juliane	Universität Bremen, Zentrum für Umweltforschung und Umwelttechnologie (UFT), Bremen, Deutschland
Fränze, Prof. Dr. Otto	Universität Kiel, Geographisches Institut, Kiel, Deutschland
Frankignoulle, Michel	Mécanique des Fluides Géophysiques, Unité d'Océanographie Chimique, Sart Tilman, Belgien
Franz, Helmut	Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Berchtesgaden, Deutschland
Fritz, Prof. Dr. Peter	Umweltforschungszentrum (UFZ) Leipzig-Halle, Department of Ecological Modelling, Leipzig, Deutschland
Fuentes Hufilter, Ursula	Geschäftsstelle WBGU, Berlin, Deutschland
Gaedke, Prof. Dr. Ursula	Universität Potsdam, Institut für Biochemie und Biologie, Potsdam, Deutschland
Gätje, Dr. Christiane	Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning, Deutschland
Galagan, Dr. Alexander	Center of Ecological Monitoring of Ukraine, Ukraine
Gerold, Prof. Dr. Gerhard	Universität Göttingen, Geographisches Institut, Abteilung Landschaftsökologie, Göttingen, Deutschland
GLORIA-Europe	Universität Wien, GLORIA-Europe, Österreich
Gollan, Dr. Thomas	Universität Bayreuth, BITÖK, Wissenschaftliches Sekretariat, Bayreuth, Deutschland
Golley, Dr. Frank US	University of Georgia, Institute of Ecology, US
Gosz, James	University of New Mexico, Department of Biology, Albuquerque, US
Gravenhorst, Prof. Dr. Gode	Universität Göttingen, Institut für Bioklimatologie, Göttingen, Deutschland
Grimm, Dr. Volker	Umweltforschungszentrum (UFZ) Leipzig-Halle, Department of Ecological Modelling, Leipzig, Deutschland
Grossmann, Wolf Dieter	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Geesthacht, Deutschland
Haaren, Prof. Dr. Christina von	Universität Hannover, Institut für Landschaftspflege und Naturschutz, Hannover, Deutschland
Haber, Prof. Dr. Dr. hc Wolfgang	Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Landschaftsökologie, Freising, Deutschland
Hall, Dr. Forrest G.	University of Maryland, Baltimore County, US
Hauhs, Prof. Dr. Michael	Universität Bayreuth, BITÖK, Ecological Modelling, Bayreuth, Deutschland
Haussmann, Thomas	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), Bonn, Deutschland
Heal, Dr. O.W.	The Granary-Allerwash-Newbrough-Hexham, Northumberland, UK
Heinrich	Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland
Helming, Dr. Katharina	Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Müncheberg, Deutschland
Hobbie, Dr. John	The Ecosystems Center, Marine Biological Laboratory, Massachusetts, US
Hoffman-Kroll, Dr. Regina	Statistische Bundesamt, Wiesbaden, Deutschland
Höpner, Prof. Dr. Thomas	Carl von Ossietzky Universität, Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Oldenburg, Deutschland
Holling C.S.	University of Florida, US
Hoppenstedt, Adrian	Planungsgruppe Ökologie + Umwelt GmbH, Hannover, Deutschland

Name	Institution
Huntley, Prof. Dr. Brian	Environmental Research Centre, University of Durham, UK
Jensen, Dr. Kai	Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland
Jessel, Prof. Dr. Beate	Universität Potsdam, Institut für Geoökologie, Lehrstuhl für Landschaftsplanung, Potsdam, Deutschland
Jong, Mr. Folkert de	The Common Wadden Sea Secretariat (CWSS), Wilhelmshaven, Deutschland
Jørgensen, Prof. Dr. Sven Erik	Royal Danish School of Pharmacy, Institute A (Environmental Chemistry), Copenhagen, Dänemark
Junk, Prof. Wolfgang Johannes	Max-Planck-Institut für Limnologie, Arbeitsgruppe Tropenökologie, Plön, Deutschland
Kainz, Max	Technische Universität München-Weihenstephan, FAM-Versuchsstation Klostergut Scheyern, Deutschland
Kappen, Prof. Dr. Ludger	Universität Kiel, Institut für Botanik, Kiel, Deutschland
Kay, James	University of Waterloo, Environment and Resources Studies, Ontario, US
Kellermann, Dr. Adolf	Nationalpark und Biosphärenreservat Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning, Deutschland
Koch, Dr. Herr	Planung + Umwelt, Planungsbüro Dr. Koch, Stuttgart, Deutschland
Korn, Horst	Bundesamt für Naturschutz, Insel Vilm, Deutschland
Köppel, Prof. Dr. Johann	Technische Universität Berlin, Institut für Landschaftsentwicklung, Berlin, Deutschland
Körner, Prof. Dr. Christian	Universität Basel, Botanisches Institut, Basel, Schweiz
Koptsik, Dr. Galina bzw. Kopsik, Serguei V.	Moscow State University, Soil Science Faculty, Moscow, Russland
Lancelot, Dr. Christiane	Université Libre de Bruxelles, Microbiologie des Milieux, Bruxelles, Belgien
Lenz, Prof. Dr. Roman	Fachhochschule Nürtingen, Institut für Angewandte Forschung Fachbereich Landschaftsarchitektur, Umwelt- und Stadtplanung, Nürtingen, Deutschland
Leser, Prof. Dr. Hartmut	Geographisches Institut, Bernoullianum, Basel, Schweiz
Li, Bai-Lian	University of California, Department of Botany and Plant Sciences, Riverside, US
Likens, Gene	Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, US
Loope, Dr. Lloyd	U.S. Geological Survey, Haleakala Field Station, Makawao, US
Loose, Dr. Carsten	Geschäftsstelle WBGU, Berlin, Deutschland
Loreau, Prof. Dr. Michel	Pierre et Marie Curie University, Laboratoire d'Ecologie, Paris, Frankreich
Lyons, W. Berry	The Ohio State University, Byrd Polar Research Center, US
Macaulay, Craig	CSIRO Marine Research, Australien
Mander, Prof. Dr. Ülo	University of Tartu, Institute of Geography, Estland
Marques, Prof. Dr. João Carlos	University of Coimbra, IMAR – Institute of Marine Research, Department of Zoology, Faculty of Science and Technology, Portugal
Matzner, Prof. Dr. Egbert	Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Bodenökologie, BITÖK, Bayreuth, Deutschland
Mengel, Dr. Andreas	Büro für Naturschutz, Umweltplanung und Regionalentwicklung, Obertshausen, Deutschland
Messerli, Prof. Dr. Paul	Universität Bern, Abteilung Kulturgeographie, Geographisches Institut, Bern, Schweiz
Mitsch, William J.	Ohio State University, US
Mooney, Harold	Stanford University, US
Mose, Prof. Dr. Ingo	Hochschule Vechta, Institut für Umweltwissenschaften, Vechta, Deutschland
Munch, Prof. Dr. Jean Charles	GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg, Deutschland

Name	Institution
Mühle, Prof. Dr. Heidrun	Umweltforschungszentrum (UFZ) Leipzig-Halle, Projektbereich Naturnahe Landschaften und ländliche Räume (NLLR), Leipzig, Deutschland
Müller, Prof. Dr. Paul	Universität Trier, Biogeographie, Trier, Deutschland
Münzenberg, Dr. Annette	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen, Deutschland
Nauber, Dr. Jochen	Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Deutschland
Neumann, Frank	IPU-Ingenieurbüro für Planung und Umwelt, Erfurt, Deutschland
Nielsen, Prof. Dr. Søren Nors	Royal Danish School of Pharmacy, Institut for Analytisk & Farmaceutisk Kemi, Kopenhagen, Dänemark
Odum, Prof. Dr. Eugene	University of Georgia, Athens, US
d'Oleire-Oltmanns, Dr. Werner	Zukunft Biosphäre GmbH, Bischofswiesen, Deutschland
O'Neill, Prof. Dr. Jim	National Laboratory, Oakridge, US
Pampura, Dr. Tatiana	Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino, Moscow region, Russland
Patrick, Simon	Environmental Change Research Center, London, UK
Patten, Prof. Duncan T.	Montana State University, US
Patten, Dr. Bernie C.	University of Georgia, Dept. of Zoology and Institute for Ecology, Athens, US
Petschel-Held, Dr. Gerhard	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam, Deutschland
Pfadenhauer, Prof. Dr. Jörg	Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Freising, Deutschland
Pickett, Prof. Steward TA	Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, US
Pirkl, Anton	Landschaftsbüro, Landshut, Deutschland
Plachter, Prof. Dr. Harald	Philipps Universität Marburg, Fachgebiet Naturschutz, Marburg, Deutschland
Plän, Dr. Thomas	Institut für Biodiversität, Regensburg, Deutschland
Printz, Andreas	Technische Universität München-Weihenstephan, Department für Ökologie, Lehrstuhl für Landschaftsökologie, Freising, Deutschland
Putten, Dr. Wim H. van der	Netherlands Institute of Ecology, Niederlande
Pykh, Prof. Yuri A.	Center for International Environmental Cooperation, St. Petersburg, Russland
Rammert, Dr. Uwe	Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Stabsstelle Integrierter Umweltschutz, Flintbek, Deutschland
Rapport, Prof. Dr. David J.	University of Guelph, School of Rural Planning and Development, Canada
Rasch, Dr. Morten	Danish Polar Center, Copenhagen, Dänemark
Regier, Prof. Dr. Henry	University of Toronto, Department of Zoology, Canada
Reise, Prof. Dr. Karsten	Biologische Anstalt Helgoland, in der Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Deutschland
Riedel, Berthold	Landschaftsbüro, Landshut, Deutschland
Robertson, Phil	Michigan State University, Center for Microbial Ecology, KBS, Robertson Dept. of Crop and Soil Sciences Biogeochemistry, US
Roweck, Prof. Dr. Hartmut	Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland
Ruthsatz, Prof. Dr. Barbara	Universität Trier, FB VI Geobotanik, Trier, Deutschland
Saint-Paul, Prof. Dr. Ulrich	Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT), Bremen, Deutschland
Schäfer, Prof. Dr. Matthias	Universität Göttingen, Institut für Zoologie und Anthropologie, Göttingen, Deutschland
Schanze, Jochen	Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden, Deutschland
Scherer, Dr. Bernd	Nationalpark und Biosphärenreservat Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning, Deutschland
Scherer-Lorenzen, Dr. Michael	Max Planck Institut für Biogeochemie, Jena, Deutschland
Schindler, David W.	University of Alberta, Department of Biological Sciences, Edmonton, Canada

Name	Institution
Schlesinger, William H.	Duke University, Department of Botany, US
Semenov, Mr. Serguei M.	Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russland
Schönwitz, Roswitha	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bonn, Deutschland
Schröder, PD Dr. Peter	GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg, Deutschland
Sukopp, Prof. Dr. Herbert	Technische Universität Berlin, Institut für Ökologie und Biologie, Berlin, Deutschland
Schütze, Dr.	Forschungszentrum Jülich GmbH, Projektträger Biologie, Energie, Ökologie (BEO), Jülich, Deutschland
Schulz, MinR Helmut	BMBF, Referat integrierter Umweltschutz in der Wirtschaft, Bonn, Deutschland
Schulze, Prof. Dr. Ernst Detlef	Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena, Deutschland
Simenstad, Charles	University of Washington, School of Aquatic and Fishery Sciences, Wetland Ecosystem Team, Seattle, Washington, US
Sommer, Prof. Dr. Ulrich	Institut für Meereskunde (IFM), Kiel, Deutschland
Spandau, Dr. Lutz	Allianz Stiftung für Umwelt, München, Deutschland
Sündermann, Prof. Dr. Jürgen	Institut für Meereskunde, Hamburg, Deutschland
Svirezhev, Yuri	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam, Deutschland
Tenhunen, Prof. Dr. John	Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Pflanzenökologie, Bayreuth, Deutschland
Theurer, Ralf	Landschaftsbüro, Landshut, Deutschland
Thompson, Dr Julian	University College London, Department of Geography, London, UK
Tilman, Prof. Dr. David	University of Michigan, Dept. of Ecology, Evolution and Behavior, US
Tobias, Prof. Dr. Kai	Technische Universität Kaiserslautern, Fachbereich ARUBI, Fachgebiet Ökologische Planung, UVP, Kaiserslautern, Deutschland
Trepel, Dr. Michael	Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland
Trepl, Prof. Dr. Ludwig	Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Landschaftsökologie, Freising, Deutschland
Turner, Prof. Dr. Monica	University of Wisconsin-Madison, Department of Zoology, US
Ulrich, Prof. Dr. Bernhard	Universität Göttingen, Forschungszentrum Waldökosysteme, Göttingen, Deutschland
Venslauskas, Prof. Dr. Minaugas	Universität Kaunas, Kaunas, Litauen
Vitousek, Peter M.	Stanford University, Department of Biological Sciences, US
Vogel, Dr. Michael	Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Berchtesgaden, Deutschland
Walker, Brian	CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra, Australien
Wiedey, Dr. Gustav	Universität Göttingen, Forschungszentrum Waldökosysteme, Göttingen, Deutschland
Wielgolaski, Prof. Dr. Franz-Emil	University of Oslo, Department of biology, Norwegen
Wiens, Prof. Dr. John A.	Colorado State University, Department of Biology & Graduate Degree Program in Ecology, Fort Collins, US
Wiggering, Prof. Dr. Hubert	Zentrum für Agrarlandschaft und Landnutzungsforschung (ZALF), Münchenberg, Deutschland
Windhorst, Dr. Wilhelm	Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Deutschland
Wissel, Prof. Dr. Christian	Umweltforschungszentrum (UFZ) Leipzig-Halle, Sektion Ökosystemanalyse, Leipzig, Deutschland
Wookey, Dr. Philip Andrew	University Department of Earth Sciences Villavägen, Uppsala, Schweden
Wolff, Dr. Barbara	Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstökologie und Walderfassung, Eberswalde, Deutschland
Zauke, Dr. Gerd	Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM), Oldenburg, Deutschland

MATERIALIEN 4: AUSWERTUNG DER FRAGEBOGENAKTION

Übersicht:

4.1	Beitrag der Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in den Umwelt- und Systemwissenschaften	45
4.2	Beitrag der Ökosystemforschung zur Ausrichtung der Umweltpolitik und zur Formulierung umweltpolitischer Ziele	47
4.2.1	Beitrag der Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in der Umweltpolitik und im Umweltmanagement.....	47
4.2.2	Einfluss der Ökosystemforschung auf die Formulierung (konkreter) politischer Leitbilder oder Ziele	48
4.2.3	Maßstabsebene, auf der die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik stattfinden.....	50
4.3	Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung	50
4.3.1	Einfluss der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung	50
4.3.2	Maßstabsebene, auf der die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung stattfinden	53
4.4	Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung	53
4.4.1	Bedeutung der Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung	53
4.4.2	Beiträge aus der Ökosystemforschung für die Praxis der Umweltbeobachtung	54
4.4.3	„Überführung“ von Forschungsprogrammen und –vorhaben in Umweltbeobachtungsprogramme.....	56
4.5	Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Umweltberichterstattung.....	59
4.5.1	Bedeutung der Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit	59
4.5.2	Impulse aus der Ökosystemforschung für die Umweltberichterstattung	62
4.5.3	Beiträge der Ökosystemforschung zur Indikatorendiskussion.....	62
4.6	Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre/Ausbildung	63
4.6.1	Förderung der Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen in der Ausbildung (an Hochschulen).....	63
4.6.2	Bedeutung der Systemanalyse und der Umweltinformatik für die akademische Ausbildung.....	63
4.6.3	Organisation der Zusammenarbeit zwischen ökologisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen einerseits und wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen andererseits in der Ausbildung.....	64
4.6.4	Bearbeitung realer Fallbeispiele als Ansatzpunkte für eine innovative („transdisziplinäre“) Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre.....	64
4.6.5	Schulung einer „ökologischen Bewertungs- und Urteilskompetenz“ an den Hochschulen	64
4.7	Kritische Reflexion von Ökosystemforschungsvorhaben.....	65
4.7.1	Kritische Reflexion der organisatorischen Struktur und strategischen Vorgehensweise in Ökosystemforschungsvorhaben.....	65
4.7.2	Zur Problematik interdisziplinären Arbeitens	66
4.7.3	Bedeutung der Modellentwicklung und des Modelleinsatzes in der Ökosystemforschung ..	69
4.7.4	Vor- und Nachteile der Ökosystemforschung und ihre größten Probleme	69
4.7.5	Wünsche an die Ökosystemforschung der Zukunft	72

Die zu den einzelnen Fragen der Fragebögen eingegangenen Antworten wurden zusammengestellt und systematisiert. Die Ergebnisse sind im Folgenden – hier von den Projektnehmern unkommentiert – wiedergegeben. Sie spiegeln nicht in jedem Falle die Meinung der Projektnehmer wieder.

Die Gliederung der Darstellungen orientiert sich eng an der Gliederung der Fragebögen. Ergaben sich differenzierte Aussagen von Seiten der einzelnen befragten Gruppen (Forscher, Anwender/Planer, in der Lehre Tätiger), so ist darauf an entsprechender Stelle hingewiesen.

4.1 Beitrag der Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in den Umwelt- und Systemwissenschaften

- **Veränderungen und Erweiterungen im Denken:**

Sowohl von den in der Ökosystemforschung Tätigen als auch den an der Schnittstelle von Ökosystemforschung und Umweltpolitik, -verwaltung oder -planung und mit der Ausbildung und Lehre Beschäftigten wird anerkannt, dass die Ökosystemforschung zu einer Veränderung und Erweiterung des Denkens beigetragen hat.

Die Ökosystemforschung ist aus der Erkenntnis heraus motiviert, dass die Analyse einfacher linearer Wirkungsketten für die Betrachtung komplexer (und individuell reagierender) Systeme und Phänomene nicht ausreichend sein kann. Die Ökosystemforschung trägt nach Meinung der antwortenden Wissenschaftler entscheidend zum vernetzten Denken und Handeln bei, indem sie

- sich der Untersuchung und Modellierung auch nicht-linear reagierender Systeme widmet,
- sich neben den unmittelbaren auch für die indirekten und chronischen Konsequenzen von Umweltveränderungen interessiert,
- anerkennt, dass Fernwirkungen oft bedeutsamer als Nahwirkungen sein können,
- auch komplexe (multiple) Rückkoppelungsmechanismen, die zu Charakteristika wie Selbstorganisation, Emergenz und Hierarchie führen, in ihre Betrachtungen mit einbezieht und
- ökologische Systeme unter den Gesichtspunkten von Stabilität, Instabilität, Katastrophe und Reversibilität untersucht.

Mit diesen Ansätzen besteht die Ökosystemforschung nicht nur in einer (additiven) Zusammenschau der verschiedenen Naturwissenschaften (wie Physik, Chemie und Biologie), sondern reicht in ihrer Erkenntnis über diese hinaus. Bei gelungener Inter- und Transdisziplinarität bringt es die Ökosystemforschung zu einer holistischen Umwelterfassung als Grundlage einer integrativen Umweltbewertung.

Ökosystemforschung hat nach Ansicht der meisten Befragten grundsätzlich interdisziplinäre Denk- und Betrachtungsweisen gefördert, wobei die Interdisziplinarität dabei keineswegs auf die Integration unterschiedlicher naturwissenschaftlicher Disziplinen beschränkt bleibt, sondern ebenso auch sozio-ökonomische Disziplinen einbeziehen kann. Das Denken im Zusammenhang Mensch-Umweltsystem ist durch die Ökosystemforschung gefördert worden. Ob das veränderte Ziel- und Anforderungsprofil tatsächlich zu einem neuen Wissenschaftsverständnis führt, ist jedoch nicht unumstritten.

Als ein weiterer Aspekt wird genannt, dass die Ökosystemforschung dazu beiträgt, das „physisiko-chemische“ Paradigma abzulösen, in dem ein Ökosystem primär als „chemische Fabrik“

betrachtet wird. Das neue Paradigma hingegen betont die Informationsverarbeitung bezüglich der in den Ökosystemen ablaufenden Interaktionen.

Von Praktikern wird jedoch kritisiert, dass diese Änderung der Betrachtungsweisen hin zur Berücksichtigung immer komplexerer Zusammenhänge zu einem Anspruch geführt hat, der von den praktisch nutzbaren Ergebnissen der Ökosystemforschung keineswegs immer hat eingelöst werden können. Dies bezieht sich beispielsweise auf den Anspruch Wirkungsnetze anstelle von Wirkungsketten zu betrachten – ein Anspruch, der z.B. im Hinblick auf die Wechselwirkungen in der UVP bislang noch nicht eingelöst worden ist.

- **Erweiterung des Untersuchungsgegenstandes:**

Im Mittelpunkt der Ökosystemforschung stehen die Umweltkompartimente und Elemente eines Ökosystems in ihrem Zusammenwirken. Dementsprechend sind die Forschungsobjekte der Ökosystemforschung auch auf unterschiedlichen Maßstabsebenen angeordnet. Auch Landschaften werden zum Gegenstand (integrierter) Betrachtungen und intensiver Untersuchungen.

Der Mensch wird als „steuernde Größe“ in die Untersuchungen mit einbezogen. Diese Erweiterung des Forschungsgegenstandes wurde insbesondere vom MAB-Programm gefördert.

- **Erweiterung der Untersuchungsansätze:**

Mit der Erweiterung des Untersuchungsgegenstandes ging eine Erweiterung der Untersuchungsansätze einher. Im Verlauf der Ökosystemforschung ist nach Aussage der befragten Wissenschaftler deutlich geworden, dass Messung und Modellbildung parallel (räumlich, zeitlich und unter Einbeziehung unterschiedlicher Ökosystemkomponenten) eingesetzt werden müssen. Im Hinblick auf eher angewandte Fragestellungen ist zunehmend deutlich geworden, dass Ökosystemforschung nur in der Kombination von naturwissenschaftlichem und praktischem Expertenwissen zum Erfolg führen kann.

- **Veränderung der zentralen Zielsetzung der wissenschaftlichen Forschung:**

Die Ökosystemforschung entspringt nicht mehr allein wissenschaftlichen Interessen. Vielmehr werden die Fragestellungen der Ökosystemforschung aus gesellschaftlichen Notwendigkeiten heraus definiert. Ein wesentliches Ziel der Ökosystemforschung besteht nicht nur darin, das Verständnis von den Zusammenhängen zwischen Umweltkompartimenten sowie zwischen Funktion, Struktur und Nutzung von Ökosystemen zu fördern, sondern ebenso konkrete Beiträge zu einer nachhaltigen (und multiplen) Nutzung von Ökosystemen zu liefern. Die große Chance der Ökosystemforschung liegt nach Einschätzung einiger Befragter darin, angewandte Fragestellungen breit und gut organisiert zu untersuchen.

- **Impulse für die Organisation der Forschung:**

Die – gegenüber der klassischen naturwissenschaftlichen Forschung - veränderte Zielsetzung der Ökosystemforschung hat auch für die Organisation der Forschung neue und wichtige Impulse gegeben. Aus der Aufgabenstellung der Ökosystemforschung ergibt sich zwangsläufig ein Zwang zur Kooperation verschiedener Fachdisziplinen. So ging mit vielen Ökosystemforschungsvorhaben die Gründung von Forschungsverbünden einher. Z.T. hat sich auch die administrative „Ansiedlung“ der Forschung verändert; im Falle der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer lag die Koordination beispielsweise bei den zuständigen Behörden. Auch dies hat zu einer stärkeren Praxisorientierung der wissenschaftlichen Aktivitäten beigetragen.

4.2 Beitrag der Ökosystemforschung zur Ausrichtung der Umweltpolitik und zur Formulierung umweltpolitischer Ziele

4.2.1 Beitrag der Ökosystemforschung zu Veränderungen von Betrachtungsweisen und Interpretationen in der Umweltpolitik und im Umweltmanagement

- Beiträge zur Veränderung von Betrachtungsweisen:

Die Ökosystemforschung hat nach Meinung der befragten Wissenschaftler und Praktiker einen Teilbeitrag zur Überwindung allein sektoraler (ressortgeprägter) Sichtweisen in der Umweltpolitik und –verwaltung geliefert und eine Hinwendung zu einer stärker integrativen Betrachtung und Behandlung von Umweltproblemen gefördert. Die verstärkte Wahrnehmung der hohen Komplexität und Vernetztheit von Umweltproblemen hat bewirkt, dass Lösungen für diese Probleme nicht mehr nur im engen sektoralen und räumlichen Umfeld gesucht und diskutiert werden. Vielmehr ist deutlich geworden, dass sich viele Probleme nur mit integrativen Initiativen erfolgreich lösen lassen. Außerdem prägen zunehmend die Erkenntnis zur Bedeutung und zum Wert ökosystemarer Güter und Leistungen für das sozio-ökonomische System und das Wissen um die Gefährdung durch den Verlust dieser „Ecosystem Services“ die politische Diskussion. Die Ökosystemforschung prägt in diesem Sinne die Zusammenführung ökologischer, ökonomischer und sozialer Argumente im Rahmen der Nachhaltigkeitsdebatte.

Indem sich die Ökosystemforschung den dynamischen und nicht-linearen Prozessen in Ökosystemen angenommen hat, hat sie insofern wichtige Impulse für die Umweltpolitik und das Umweltmanagement gegeben, als Umweltentwicklung heute stärker als dynamischer Prozess verstanden wird, der sich mit „harten“ Zielen nur bedingt steuern lässt.

Die Ökosystemforschung hat darüber hinaus die Bedeutung und Tragweite globaler Umweltprobleme nach Meinung der Befragten stärker in das Bewusstsein politischer Entscheidungsträger gerückt.

- Konkrete Beiträge zum Ökosystemschutz:

Neben der grundsätzlichen Förderung des Verständnisses von Umweltproblemen in der Öffentlichkeit hat die Ökosystemforschung konkret zur Herausbildung moderner Naturschutzstrategien beigetragen. Diese führten z.B. zur Einrichtung von Großschutzgebieten, in denen zumindest in Teilgebieten der Schutz natürlicher Prozessdynamiken im Vordergrund steht.

Von der Ökosystemforschung wurden auch notwendige wissenschaftliche Grundlagen zur Konzipierung von Schutz- und Managementmaßnahmen geliefert. Hierzu gehören beispielsweise Erkenntnisse zur Schadstoffausbreitung und zu Schadschwellen, die zur Implementierung des Vorsorgeprinzips und zu konkreten (nationalen und internationalen) Aktivitäten u.a. in den Bereichen Luftreinhaltung (wie z.B. UN/ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (1979), Göteborg-Protokoll (1999)) sowie Boden- und Gewässerschutz geführt haben.

Dem aus der Ökosystemforschung erwachsenen Bewusstsein zur Notwendigkeit systemarer Betrachtungen wird außerdem ein relevanter Einfluss auf die Konzeption und Verabschiedung verschiedener internationaler rechtlicher Bestimmungen und Vereinbarungen zugewiesen. So schlägt sich der systemare Ansatz beispielsweise in der EU-Wasserrahmenrichtlinie und der Biodiversitätskonvention („ecosystem approach“) nieder.

Insbesondere dann, wenn die Ökosystemforschungsvorhaben explizit zur Entwicklung eines dem System angepassten Managements ins Leben gerufen worden sind, lassen sich konkrete Beiträge für umweltpolitische Management-Entscheidungen benennen. So hat beispielsweise die Wattenmeerökosystemforschung in Schleswig-Holstein konkret zur Novellierung des Nationalparkgesetzes, zur Konzeption des TMAP, zur Ausarbeitung des Schleswig-Holsteinischen Miesmuschelfischereiprogramms, des Besucherlenkungskonzeptes sowie zur Ausgestaltung des Vorlandmanagements in Abstimmung zwischen dem Landwirtschaftsministerium und dem Nationalparkamt geführt.

Grundsätzlich äußern sich jedoch die Forscher selbst und insbesondere die in der Verwaltung Tätigen zum konkreten Einfluss der Ökosystemforschung auf Politik und Verwaltungshandeln eher zurückhaltend. Das heißt, ein diesbezüglicher Einfluss kann der Ökosystemforschung zwar unterstellt werden, aber nur in wenigen Fällen ist er konkret nachweisbar.

Die Ursache für Umsetzungsprobleme wird auch auf Seiten der Umweltpolitik/-verwaltung gesehen. So konnten in der Politik- und Verwaltungspraxis vielmals die Ressortgrenzen und die damit verbundene sektorale Trennung der Zuständigkeiten nicht überwunden werden.

Die Gründe für die ungenügende Einflussnahme der Ökosystemforschung auf Politik und Verwaltung werden keineswegs allein in der fehlenden Rezeption der wissenschaftlichen Erkenntnisse gesehen, sondern werden z.T. auch auf die Ökosystemforschung selbst zurückgeführt. So sei es der Ökosystemforschung bislang - von Teilbeiträgen abgesehen – nicht gelungen, umfassende und allgemeingültige Antworten auf drängende Managementfragen zu geben. Nachteilig mag sich hier ausgewirkt haben, dass in der Ökosystemforschung zeitweilig zu stark auf (theorielastige) prozessbasierte Vorhersagemodelle gesetzt wurde, während „empirische“ Verfahren und Erkenntnisse für das Umweltmanagement – beispielsweise für das Management von Waldökosystemen – nicht ausreichend beachtet wurden. Die Konzentration auf wenige angewandte Problemtypen (Landnutzung im ländlichen Raum, Waldschäden) verringerte ebenfalls eine breite Einflussnahme.

Außerdem wird auch dem Wissenschaftssystem ein gewisser Konservatismus unterstellt, der ein flexibles Eingehen auf die Fragestellungen und Anforderungen von Politik und Verwaltung verhindert.

Insgesamt dominiert die Auffassung, dass

- der Einfluss der Ökosystemforschung eher implizit, theoretisch und indirekt erfolgt und zu „kollektiven“ Effekten, z.B. zur Akzeptanz bestimmter Ideen und Zielsetzungen führt. Hierzu gehören u.a. die Verbreitung des Nachhaltigkeitsgedankens, die Stärkung des Bewusstseins um die Notwendigkeit ressortübergreifender und systemarer Ansätze im Umweltschutz sowie die wachsende Erkenntnisbereitschaft über die möglichen Konsequenzen von Umweltnutzungen,
- die Potenziale der Ökosystemforschung für Veränderungen des Politik- und Verwaltungshandelns noch lange nicht ausgeschöpft sind.

4.2.2 Einfluss der Ökosystemforschung auf die Formulierung (konkreter) politischer Leitbilder oder Ziele

Von der Mehrzahl der Befragten wird ein – wenn auch indirekter - Einfluss der Ergebnisse der Ökosystemforschung auf die Formulierung von Leitbildern und Gesetzen gesehen. Das heißt, grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Ökosystemforschung die naturwis-

senschaftlich begründete Umsetzung justizabler Richt- und Grenzwerte unterstützt. Ferner soll der systemare Ansatz der Ökosystemforschung die Diskussion um Grenz- und Richtwerte dahingehend beeinflussen, dass zunehmend weniger der einzelne Grenzwert als vielmehr die Funktion des Gesamtsystem bei der Formulierung von Zielen und Leitbildern in den Vordergrund tritt.

Auch wenn sich direkte Einflüsse der Ökosystemforschung – insbesondere einzelner Ökosystemforschungsvorhaben - nur schwer nachweisen lassen, wird davon ausgegangen, dass u.a. die im Folgenden genannten nationalen Gesetze und internationalen Konventionen von den Ergebnissen der Ökosystemforschung zumindest beeinflusst worden sind. Grundsätzlich scheint eine relevante Einflussnahme insbesondere für die Bereiche Luftreinhaltung und Klimaschutz stattgefunden zu haben:

- Montreal Protokoll,
- Konvention zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen,
- Kyoto-Protokoll,
- Genfer Luftreinhaltekonvention,
- Biodiversitätskonvention,
- Alpenkonvention,
- Resolution des Ministeriellen Prozesses zum Schutz der Wälder (MCPFE),
- Wasserrahmenrichtlinie.

Außerdem wird davon ausgegangen, dass auch die Leitbilddiskussion für EUROPARC, die Diskussion um Critical Loads und der Helsinki-Prozess auf Ergebnissen der Ökosystemforschung aufbauen.

Speziell für Deutschland werden die Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes (u.a. im Hinblick auf die „gute fachliche Praxis“), die TA Luft sowie die relevanten Gesetzeswerke im Bereich des Boden- und Gewässerschutzes und das Chemikaliengesetz erwähnt. Darüber hinaus sollen die Resultate der Ökosystemforschung die Weiterentwicklung von DIN-Normen z.B. in der Bodenanalytik geprägt haben.

Beispiele, in denen von einem bestimmten Ökosystemforschungsvorhaben nachweislich ein konkreter Einfluss auf die Formulierung eines Gesetzes, einer Richtlinie oder auch eines (politischen) Programms ausgegangen ist, bzw. eine solche Einflussnahme von Beginn an indiziert war, können nur wenige genannt werden. Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang insbesondere die in der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer entwickelten Bewertungskriterien, die in die Typisierung der Küstengewässer für die EU-Wasserrahmenrichtlinie eingegangen sind, sowie die Auswirkungen des FAM-Projektes (Forschungsverbund Agrarökosysteme München/Scheyern) auf die Ausgestaltung des bayerischen Kulturlandschaftsprogramms (KULAP).

Einschränkend wird darauf hingewiesen, dass der Einfluss der wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschung auf die Verabschiedung internationaler Regelungen und Vereinbarungen insofern als stark limitiert gelten muss, als gerade bei diesen internationalen Verhandlungen politischen Kompromissen zwischen den Verhandlungspartnern eine noch größere Rolle zukommt, als dies bei der Diskussion um nationale Gesetze und Zielfestsetzungen der Fall ist. Das bedeutet, gesellschaftliche Meinungen, ethische Vorstellungen und wirtschaftliche Interessen prägen i.d.R. die Verabschiedung internationalen Konventionen mitunter deutlich stärker, als dies Erkenntnisse der Ökosystemforschung vermögen.

4.2.3 Maßstabsebene, auf der die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik stattfinden

Es ist keine allgemeingültige Aussage bezüglich der Frage möglich, für welche Maßstabsebene der größte Einfluss der Ökosystemforschung auf die Umweltpolitik angenommen werden kann. Der jeweilige Einfluss hängt wesentlich von der Problemstellung des einzelnen Forschungsvorhabens ab. So widmen sich manche Vorhaben gezielt klar regional begrenzten Problemen (z.B. der Versauerung durch Bergbau), andere - insbesondere im Bereich der Klimaforschung – thematisieren globale Umweltveränderungen. Letztere lassen dann auch Handlungsempfehlungen für die internationale/globale Maßstabsebene erwarten.

Grundsätzlich dominiert jedoch unter den Befragten die Einschätzung, dass konkrete Einflüsse der Ökosystemforschung auf die politische Meinungsbildung und Entscheidung insbesondere auf der regionalen und lokalen Ebene zu finden sind. Dies liegt im Wesentlichen darin begründet, dass Ökosystemforschungsprojekte zumeist exemplarische Einzelfälle bearbeiten, aus denen dann - vorausgesetzt es werden oder wurden hinreichend anwendungsorientierte Fragestellungen aufgegriffen – die konkretesten Handlungshinweise für die regionale und lokale Ebene abgeleitet werden können. Ein klares Beispiel ist hier u.a. die Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer, die konkreten Einfluss auf die Formulierung des Nationalparkgesetzes genommen hat. Für die nationale oder gar internationale Ebene ist dagegen davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Ökosystemforschung eher indirekt über eine Erweiterung des allgemeinen Bewusstseins über die systemaren und globalen Zusammenhänge Einfluss auf politische Entscheidungen nehmen.

4.3 Bedeutung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung

4.3.1 Einfluss der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung

Übereinstimmend geht eine deutliche Mehrzahl der Befragten von einem relevanten Einfluss der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung aus.

Die systemare Perspektive, welche die Ökosystemforschung eröffnet hat, hat in der Planung dazu geführt, dass

- systemische Betrachtungen gegenüber einzelproblem-zentrierten Planungen an Bedeutung gewinnen und
- Systeme auch mit großer räumlicher Ausdehnung analysiert und beplant werden.

Die Ökosystemforschung gibt (Teil-)Antworten auf Fragen, die im planerischen Tagesgeschäft nicht zu bewältigen sind und unterstützt die planerische Tätigkeit in methodischer und technischer Hinsicht. Konkret nennen die befragten Planer und Verwaltungspraktiker insbesondere die folgenden Beiträge für die Umweltplanung:

- Verfügbarmachung von Grundlagendaten für die Untersuchungsgebiete der Ökosystemforschung und damit auch für die Planungsgebiete,
- (Weiter-)Entwicklung methodischer Instrumente (z.B. Untersuchungsstrategien, Bewertungsvorgänge, Überlagerungen von Informationsschichten); hierzu gehören u.a.:
 - ❖ modellgestützte Szenariotechniken, die in Verbindung mit GIS auf verschiedenen Maßstabsebenen für die Planung eingesetzt werden können (hier haben u.a. die Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette, die MAB 6-Forschung in Berch-

tesgaden und der Schweiz sowie die Ökosystemforschung in den Everglades wichtige Beiträge geliefert),

- ❖ die Entwicklung und Nutzung von Indikatoren zur Qualifizierung und Quantifizierung von Ökosystemfunktionen (hierzu gibt es beispielsweise herausragende Beispiele aus der Waldökosystemforschung),
 - ❖ die Entwicklung von Verfahren der Risikobewertung (im WAVES-Projekt wurden mit dem WAVES-MODEL Möglichkeiten zu multithematischen Nachhaltigkeits- und Risikenabfragen mit hoher räumlicher Auflösung trotz schlechter Datenlage geschaffen) und
 - ❖ die Entwicklung geostatistischer Verfahren.
- (Weiter-)Entwicklung technischer Instrumentarien; dies sind insbesondere:
- ❖ Umweltsanwendungen von GIS und Verschneidungstechniken,
 - ❖ verbesserte Methoden und Techniken zur Aufbereitung und Nutzung von raumbezogenen Daten aus Kartierungen und die Erzeugung neuer, z.T. aufwändig zu erhebender Daten (z.B. aus luftbild- oder satellitenbildgestützten Kartierungen) sowie
 - ❖ eine grundsätzliche Verbesserung der Datenverwaltung und –exploration,

Grundsätzlich hat die Ökosystemforschung die Akzeptanz von vielfältig einsetzbaren Modellen für den Einsatz in der Umweltplanung erhöht.

Bezüglich der Frage, welchen der o.g. Beiträge ein besonderes Gewicht zukommt, gehen die Meinungen der Befragten auseinander. Es ergibt sich kein klares Bild, ob die Bedeutung der inhaltlichen, methodischen oder der technischen Beiträge überwiegt.

Diese allgemeine Evaluierung der Ökosystemforschung für die Umweltplanung darf jedoch – insbesondere nach Ansicht der Experten aus dem Bereich der Umweltplanung – nicht darüber hinwegtäuschen, dass

- die Ökosystemforschung zumeist eine Datenfülle erzeugt, die nur in Ausschnitten von der Umweltplanung tatsächlich genutzt werden kann;
- die möglichen Beiträge der Ökosystemforschung für die Planung nur ungenügend kommuniziert werden, d.h. es an „Übersetzern“ fehlt, welche die Ergebnisse zusammenfassend und bewertend für die Anwender transformieren können. Eine solche Transformation ist i.d.R. nicht mehr Bestandteil des Forschungsvorhabens und wird in Wissenschaftlerkreisen auch nicht dem Aufwand und der Leistung gemäß honoriert. Die Beiträge der Ökosystemforschung bleiben infolgedessen zu abstrakt und zu wenig umsetzungsorientiert;
- viele der in der Ökosystemforschung entwickelten methodischen und technischen Instrumente für die Planungspraxis nur bedingt einsetzbar sind, da im Rahmen der Forschung häufig deutlich umfangreichere Zeit- und Mittelkapazitäten zur Verfügung stehen, als dies für die Umweltplanung der Fall ist;
- viele der in der Ökosystemforschung entwickelten Verfahren und Methoden für den Einsatz in der Planung auch inhaltlich zu anspruchsvoll sind. Dies gilt z.B. für populationsökologische Ansätze wie die Metapopulationstheorie sowie die darauf aufbauende Populationsgefährdungsanalyse und das Konzept der Minimum viable Population. Hier wären vereinfachende (technologische) „Faustregeln“ zu entwickeln, die dann zwar nicht mehr dieselbe Aussageschärfe bringen, aber noch Aussagen über Größenordnungen, z.B. in Form ordinaler Abschätzungen zulassen;

- die Ökosystemforschung aufgrund des geforderten Detailgrades der Bearbeitung zwangsläufig reduktionistisch und selektiv vorgehen muss, was bedeutet, dass
 - ❖ sich die Ergebnisse der Ökosystemforschung aus zwangsläufig exemplarisch ausgewählten Forschungsflächen nur unter Einschränkungen auf andere Räume und Systeme übertragen lassen und für eine solche Übertragung i.d.R. die von den Auftraggebern an die Planer geforderte Rechtssicherheit nicht garantiert werden kann,
 - ❖ ein naturwissenschaftlich integrierender Anspruch der Ökosystemforschung von den Anforderungen der Planung nach der Entwicklung einer konkreten planerischen Lösung unter Berücksichtigung aller relevanten ökologischen, ökonomischen und sozio-kulturellen Aspekte noch übertroffen wird.
- sich viele der aus der Ökosystemforschung kommenden und für die Lösung planerischer Aufgaben übernommenen Methoden und Verfahren im Ergebnis nicht adäquat widerspiegeln, da die aus der Forschung resultierenden naturschutzfachlichen Empfehlungen vielfach im Abwägungsprozess zugunsten anderer Interessen untergehen oder nur in (stark) modifizierter Form übernommen werden.

Diese sowohl für die Forschungsseite als auch die Planer unbefriedigende Situation wird auch auf die fehlende oder ungenügende Kommunikation zwischen Forschung und Planung zurückgeführt. So wurden/werden sowohl Forschungsthemen als auch Räume i.d.R. nicht nach dem tatsächlichen Bedarf aus planerischer Sicht ausgewählt, der sich aus den aktuellen oder absehbaren Planungsinstrumenten und den dazugehörigen Rechtsgrundlagen an sich gezielt ableiten ließe. Ansätze in diese Richtung gehen derzeit vom Umweltbundesamt in Deutschland aus, das in Anbetracht der durch die EU-SUP-Richtlinie (Richtlinie zur strategischen Umweltprüfung) entstandenen Sachzwänge die Entwicklung von Überwachungsmechanismen der Umweltwirkungen von Plänen und Programmen als Forschungsauftrag formuliert.

Des Weiteren besteht das grundsätzliche Problem, dass wissenschaftliche und planerische Leistungen mit sehr unterschiedlichen Maßstäben gemessen werden. Einem Wissenschaftler wird i.d.R. Detailgenauigkeit, Neuartigkeit der Methode und vollständige Nachvollziehbarkeit abverlangt, während für den Erfolg eines Planers die Vorlage einer pragmatischen planerischen Lösung entscheidend ist.

Trotz des oben diskutierten „Transformationsproblems“ können konkrete Positivbeispiele genannt werden, in denen eine Verwertung wissenschaftlicher Ergebnisse für planerische Prozesse und Entscheidungen erfolgreich stattgefunden hat. Dies betrifft u.a. Beiträge der Ökosystemforschung:

- zur Ausweisung und Planung von Schutzgebieten: So erfolgte die Erstellung des Nationalparkplans Berchtesgaden im Wesentlichen auf der Basis umfangreicher Grundlagendaten aus der MAB 6-Forschung und unter Nutzung eines ebenfalls im Rahmen der Ökosystemforschung etablierten GIS, und die Wattenmeerökosystemforschung hat entscheidenden Einfluss auf die Abgrenzung der marinen Schutzgebiete genommen;
- zum nachhaltigen Management von Ökosystemen und zur Lösung von Nutzungskonflikten: Modellierungsergebnisse aus dem WET I3-Projekt wurden beispielsweise in die Überarbeitung des Masterplans für die Lagune von Venedig einbezogen; die Ökosystemforschung in den Everglades hat wichtige Beiträge zum Management des Wasserhaushaltes in diesem Raum geliefert, und die Waldökosystemforschung hat wichtige Hinweise zur Realisierung von Planungen und zur Konzipierung von Managementeingrif-

fen in Waldökosysteme wie z.B. zur Durchführung von Kalkungen und zum Waldumbau insbesondere in Richtung naturnäherer Waldformen geliefert;

- zur einheitlichen naturwissenschaftlichen Bewertung/Klassifikation von Ökosystemen: So war die Entwicklung eines praxistauglichen systemübergreifenden Bewertungssystems von Beginn an Ziel der Forschungen zum Niedermoorprogramm Schleswig-Holsteins.

Die Anforderungen, die aus Sicht der Planer an die Ökosystemforschung zur Überwindung des diskutierten Transformationsproblems gestellt werden, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- eine grundsätzlich stärker umsetzungsorientierte Aufbereitung der Forschungsergebnisse,
- die Verfügbarmachung von in der Planungspraxis einsetzbaren Methoden und Verfahren (inkl. Modelle),
- eine stärkere Orientierung der Forschungsthemen und –räume an den Erfordernissen der nationalen Planungsinstrumente und den zugehörigen Rechtsgrundlagen auf allen Ebenen.

4.3.2 Maßstabsebene, auf der die wichtigsten Einflüsse der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung stattfinden

Wie in Kap. 4.2.3. bereits dargestellt, lässt sich eine eindeutige Aussage bezüglich der Frage, für welche Maßstabsebene der größte Einfluss der Ökosystemforschung auf die Umweltplanung angenommen werden kann, nicht treffen. Grundsätzlich lassen sich inhaltliche sowie verfahrenstechnische und methodische Anregungen aus der Ökosystemforschung für alle planerischen Ebenen (in Deutschland von der Bauleitplanung bis zur Landesplanung) ableiten. Auch hier hängen die möglichen Beiträge der Ökosystemforschung erheblich von der im jeweiligen Vorhaben thematisierten Problemstellung ab.

4.4 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung

4.4.1 Bedeutung der Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung

Eine enge Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbeobachtung und Umweltüberwachung wird übereinstimmend als sehr bedeutend beurteilt. Definitionsgemäß wird die Umweltbeobachtung sogar z.T. als Arbeitsfeld der Ökosystemforschung betrachtet.

Sinnvolle Ergänzungen von Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung werden in Fällen gesehen, in denen:

- die Ökosystemforschung die Konzipierung von Umweltbeobachtungsprogrammen unterstützt: Die Ökosystemforschung fördert die Auswahl geeigneter Variablen und deren Orientierung im ökosystemaren Gefüge, sie liefert Beiträge zu einer besseren Beobachtungspraxis und zur Interpretation der Beobachtungsergebnisse;
- die Umweltbeobachtung dazu eingesetzt wird, die ökologischen Modelle (Wirkungsbezüge zwischen den Komponenten eines Ökosystems) und Theorien der Ökosystemforschung langfristig zu testen;

- sich aus der Umweltbeobachtung Forschungsbedarf ableiten lässt: Umweltbeobachtung deckt Trends oder auch abrupte, unerwartete Veränderungen auf; diese werden sich nicht immer mit existierendem Wissen erklären lassen.

Bei einer engen Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung lassen sich die Erkenntnisse der Ökosystemforschung besser in die Praxis umsetzen und innovative Ansätze in Routineanwendungen überführen. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass hinsichtlich dieser Verknüpfung noch Defizite bestehen.

4.4.2 Beiträge aus der Ökosystemforschung für die Praxis der Umweltbeobachtung

- **Technische Neuerungen, die in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenerhebung Einsatz finden oder finden können**

Im Vergleich zu konzeptionellen, methodischen und inhaltlichen Beiträgen der Ökosystemforschung zur Umweltbeobachtung (s.u.) werden technische Beiträge wie die Entwicklung anwendungsbezogener Mess- und Verfahrenstechniken hinsichtlich ihrer Bedeutung als geringer eingestuft.

Beispielhaft werden folgende Ökosystemforschungsvorhaben genannt, die diesbezüglich Beiträge geliefert haben:

- Waldökosystemforschung, BITÖK: Aus den Forschungsarbeiten resultieren Empfehlungen dahingehend, welche Messgeräte z.B. im Bereich der Bodenhydrologie und Bodenchemie nicht mehr eingesetzt werden sollten (diese Ergebnisse wurden jedoch nur informell mit experimentell arbeitenden Gruppen diskutiert und nicht veröffentlicht).
- Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette: Für den Bereich der Bodenaufnahme und Umweltchemie wurden regional-statistisch begründete Mess- und Beprobungstechniken entwickelt.
- FAM/Scheyern: Messtechnische Verbesserungen wurden insbesondere in den Bereichen Messung von Oberflächenabfluss und Bodenerosion, Erhebung von bodenhydrologischen Parametern; flächendeckend differenzierte Erfassung von Biomasseaufwuchs und Erträgen; Abgrenzung von Bodeneinheiten mittels Fernerkundung erzielt. Der Aufbau des Messsystems erfolgte unter der Vorgabe, dass die Messungen und Beobachtungen der Fortführung der landwirtschaftlichen Nutzung nicht entgegen stehen.
- ICP Forest: Für das Level II-Programm wurden die Messtechniken im Wald (z.B. Aufbau von Wetterstationen, Durchführung von Depositionsmessungen) weiterentwickelt.
- MAB 6-Forschung in Berchtesgaden: Es wurden Verfahren einer konzeptionell neuen, hierarchisch aufgebauten, standörtlich angepassten Datenerhebung, -exploration, -sammlung, -organisation und -verwaltung entwickelt und erprobt.

Allgemein wird darauf hingewiesen, dass technische Neuerungen aus der Ökosystemforschung insbesondere in den Bereichen Qualitätssicherung und Vergleichbarkeit von Ergebnissen für die Umweltbeobachtung von großer Bedeutung sind.

- **Konzeptionelle und methodische Neuerungen, die in der routinemäßigen Umweltbeobachtung bei der Datenauswertung Einsatz finden oder finden können**

Der aus konzeptionellen und methodischen Neuerungen resultierende Beitrag der Ökosystemforschung für die Umweltbeobachtung wird durchweg als bedeutsam eingeschätzt.

Folgende methodische Neuerungen und Fortentwicklungen aus der Ökosystemforschung sind auch für die Umweltbeobachtung von Interesse:

- die Weiterentwicklung von Verfahren der statistischen Auswertung (wie z.B. Erstellung multivariater Statistiken) und der Zeitreihenanalyse (mit neuen nicht-linearen Methoden wie z.B. RQA, SSA etc.);
- die Weiterentwicklung von Bilanzierungsverfahren (z.B. Bioelement-Bilanzansatz für komplette Waldökosysteme und Kronenraum-Bilanzansatz für die Gesamtdeposition, die heute im Rahmen des Level II-Programms zum Einsatz gelangen);
- die Weiterentwicklung von Verfahren zur räumlichen Verallgemeinerung von punktuell oder kleinflächig erhobenen Daten (wie z.B. geostatistische Verfahren (Kriging-Ansätze) oder der KGG- und TIN-Ansatz des MAB 6-Projektes in Berchtesgaden);
- die Bestimmung von Landschaftsfunktionen und Naturraumpotenzialen in verschiedenen Maßstabsbereichen;
- die Entwicklung von Simulationsmodellen und Szenariotechniken, die zum einen den Aufwand der Erhebung empirischer Daten für den Routinebetrieb reduzieren helfen und zum anderen szenarische Aussagen zu den möglichen künftigen Entwicklungen der Ökosysteme liefern können;
- die Entwicklung von Verfahren zur Kombination modellierter und empirisch erhobener Daten (z.B. „genestete“ Messstrategie, die mit Modellsimulationen verknüpft ist);
- die Entwicklung von Verfahren zum Vergleich räumlicher Muster von empirischen Daten und von computergestützten Simulationsmodellen;
- die Weiterentwicklung von Methoden zur effizienten Sammlung von Daten.

- **Impulse strategischer und struktureller oder auch inhaltlicher Art für die Initiierung oder Neukonzipierung der Umweltbeobachtung**

Die aus der Ökosystemforschung resultierenden Impulse strategischer und struktureller Art oder auch inhaltlicher Art für die Initiierung oder Neukonzipierung der Umweltbeobachtung werden sowohl von den Forschern selbst als auch den im Anwenderbereich Tätigen überwiegend für bedeutsam bis sehr bedeutsam eingestuft.

So hat die Ökosystemforschung wichtige Anregungen für die interdisziplinäre Zusammenarbeit gegeben, die auch Voraussetzung für die Umsetzung einer integrierten Umweltbeobachtung ist. Die Erfahrungen und Ergebnisse der Ökosystemforschung unterstützen damit die Abwendung von einer sektoral angelegten und die Orientierung hin zu einer stärker ökosystemar ausgerichteten Umweltbeobachtung.

Vergleichbares gilt für die integrativen Leistungen der Ökosystemforschung im Bereich der Behördenkooperation, auch über staatliche Grenzen hinweg. So wurden im Rahmen des ICP/Deutschland enge Kooperationen zwischen Bundesländern und Nachbarstaaten sowie zwischen Forschern und Praktikern aufgebaut, die letztendlich die Voraussetzung für den Aufbau des im Routinebetrieb etablierten und zugleich fachlich anspruchsvollen Level II-Programms waren. Vergleichbares gilt für HIBECO, das wichtige Anregungen für den Aufbau eines länderübergreifenden Monitoring der nördlichen Baumgrenzregionen geliefert hat. Die

Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette hat eine intensiveren Zusammenarbeit der Umweltbehörden des Landes Schleswig-Holstein gefördert, die sich nun auch für die Bemühungen um den Aufbau einer landesweiten ökosystemaren Umweltbeobachtung auszahl.

Impulse inhaltlicher Art betreffen insbesondere:

- die Auswahl der in einer langfristig angelegten Umweltbeobachtung zu erfassenden Parameter - diese Diskussion ist eng mit der Bestimmung geeigneter Indikatoren für die Indizierung von Veränderungen der Strukturen und Funktionen von Ökosystemen verknüpft, die in zahlreichen Ökosystemforschungsvorhaben intensiv geführt wird;
- die Fokussierung der Umweltbeobachtung auf bestimmte Ökosystemtypen, die besonders sensibel auf Umweltveränderungen reagieren;
- verbesserte Auswahl von (integrierten) Messpunkten und Messfrequenzen für die Umweltbeobachtung;
- die angemessene raum-zeitliche Auflösung der Messungen in langfristig angelegten Umweltbeobachtungsprogrammen, über die nur aufbauend auf einem durch die Ökosystemforschung verbesserten Systemverständnis fundiert entschieden werden kann (Begrenzung der Messungen auf Messperioden, in denen potenziell überhaupt mit einer Reaktion auf veränderte Umweltparameter gerechnet werden kann).

4.4.3 „Überführung“ von Forschungsprogrammen und –vorhaben in Umweltbeobachtungsprogramme

Auch wenn unmittelbare Verknüpfungen zwischen Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung für sehr bedeutsam erachtet werden, stehen einer Realisierung zahlreiche Hemmnisse entgegen. Dass i.d.R. nur in wenigen Fällen eine „Überführung“ der Ökosystemforschung in ein langfristiges Umweltbeobachtungsprogramm stattfinden kann, hat nach Meinung der Befragten vor allem die folgenden Gründe:

- **Finanzielle und finanzhaushaltliche Gründe:**

Die Ökosystemforschungsprogramme bzw. –vorhaben sind finanziell deutlich besser ausgestattet als die Umweltbeobachtungsprogramme. Sie sind für eine kurzfristige Laufzeit konzipiert und sehen detaillierte Messungen vor, die zur Beantwortung der anspruchsvollen und differenzierten Forschungsfragen erforderlich sind. Die Überführung der im Rahmen der Forschung praktizierten Messungen in ein praktikables und finanzierbares Messprogramm für die Umweltbeobachtung erfordert zumeist eine umfangreiche Umrüstung der Messeinrichtungen, ggf. eine Änderung im Messdesign sowie den Aufbau einer für den Routinebetrieb einsetzbaren Datenauswertung. Neben der langfristigen finanziellen Absicherung der Messungen im Rahmen der Umweltbeobachtung stellt sich damit bereits in der „Überführungsphase“ das Problem der Finanzierung. Die universitäre Forschung hat nicht die Mittel (und nicht den Auftrag), die Ergebnisse an die für die Umweltbeobachtung zuständigen Institutionen weiterzuleiten oder sie entsprechend aufzubereiten. Ein solcher Schritt müsste gesondert von Dritten gefördert werden. Ferner wird darauf hingewiesen, dass der Aufbau eines Umweltbeobachtungsprogramms verhältnismäßig lange Zeit in Anspruch nimmt. Forschungsvorhaben mit Laufzeiten von drei bis fünf Jahren sind zumeist zu kurz, um parallel die wichtigsten Weichen für die Etablierung eines Umweltbeobachtungsprogramms zu stellen.

- **Organisatorische Gründe:**

Neben finanziellen Gründen können in vielen Fällen auch organisatorische Argumente der Überführung der Ökosystemforschung in die Umweltbeobachtung entgegenstehen. Denn in der Regel kommt es bei einer solchen „Überführung“ zu einem Wechsel der Behörden-Zuständigkeiten. Dabei geht es nicht nur darum, einen neuen Beobachtungsauftrag in die Behördenstruktur zu integrieren, was zumeist an die Grenzen der personellen Kapazitäten stößt. Es kann sich vielmehr auch die Aufgabe stellen, die bestehenden Beobachtungsprogramme an die neuen Anforderungen eines veränderten Stands der Wissenschaft anzupassen. In den Behörden gibt es jedoch oftmals erhebliche Widerstände gegenüber Änderungen von langfristig angelegten (sektoralen) Umweltbeobachtungsprogrammen, die sich zumeist in einer Unterbrechung langjähriger Datenreihen begründen.

Ferner können veränderte Behörden-Zuständigkeiten zur Konsequenz haben, dass auch die Rückkoppelung von der Umweltbeobachtung zur Forschung nicht mehr in ausreichendem Maße stattfindet. Das bedeutet, der Forschung werden nur begrenzte Zugriffsberechtigungen auf die Daten aus der Umweltbeobachtung eingestanden, so dass die Möglichkeiten zur Überprüfung und Anpassung wissenschaftlicher Hypothesen eingeschränkt sind.

- **Technische und methodische Gründe:**

Die Ökosystemforschung liefert in den Augen der befragten Praktikerinnen und Wissenschaftler grundsätzlich wichtige Beiträge zur Bewältigung technischer Aufgaben in der Umweltbeobachtung (s. Kap. 4.4.2). Dennoch kann es zu erheblichen Problemen kommen, wenn die in einem Ökosystemforschungsvorhaben zur Anwendung gelangenden und bewährten Messverfahren und –techniken auch im Rahmen eines Umweltbeobachtungsprogramms zum Einsatz gelangen sollen. Denn häufig sind diese so differenziert, dass sie einen hohen technischen Sachverstand und große Sorgfalt erfordern, um hohe Datenqualitäten sicherzustellen. Nicht immer können jedoch für die Realisierung eines langfristig angelegten Umweltbeobachtungsprogramms ausreichende technische Kapazitäten des messenden Personals zur Verfügung gestellt werden, um ähnlich hohe Datenqualitäten garantieren zu können.

Viele in der Ökosystemforschung eingesetzten Verfahren sind nicht für den Routinebetrieb konzipiert worden. Häufig handelt es sich um mit viel Einfallsreichtum und Sorgfalt hergestellte Prototypen, die für eine serienmäßige Produktion noch nicht ausgereift genug sind.

Vergleichbares gilt für die in der Ökosystemforschung eingesetzten Auswertungsverfahren. Universitäten und Verwaltung unterscheiden sich grundsätzlich in der allgemeinen technischen Routine und im verfügbaren Know-how. Nur in wenigen Fällen gelingt es, die anspruchsvollen Auswertungsverfahren der Ökosystemforschung auch in einer Verwaltung für den Routinebetrieb der Umweltbeobachtung zu etablieren. Als positives Gegenbeispiel werden die Niederlande erwähnt. Dort findet auch in den angewandt arbeitenden Institutionen eine hochwertige Datenauswertung bis hin zur Modellierung statt.

Außerdem stellt sich auch im technischen Bereich das Problem der Weitergabe und Aufbereitung der erforderlichen Informationen aus der Forschung für den fortlaufenden Routinebetrieb. Viel „Metawissen“ aus der Ökosystemforschung wird von den Forschern nicht dokumentiert und folglich nicht an die für die Umweltbeobachtung zuständigen Stellen weitergeleitet.

Auch wenn sich im technischen Bereich keine gravierenden Probleme für die Überführung der Ökosystemforschung in ein Umweltbeobachtungsprogramm stellen, können veränderte Rahmenbedingungen der Nutzung dafür verantwortlich sein, dass sich Methoden und Techniken aus der Ökosystemforschung für die Umweltbeobachtung an gleicher Stelle als nicht geeignet herauskristallisieren. So lassen sich i.d.R. während eines zeitlich eindeutig befristeten Ökosystemforschungsvorhabens die Nutzungen in den Forschungsräumen festlegen oder steuern; in einer langfristigen Umweltbeobachtung ist dies nicht möglich oder auch gar nicht erwünscht.

- **Sonstige Gründe:**

Übereinstimmend wird betont, dass sich eine intensive und effektive Verknüpfung von Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung nur dann realisieren lassen wird, wenn der politische Wille vorhanden ist, die hierfür erforderlichen Strukturen aufzubauen sowie Finanz- und Personalmittel bereitzustellen.

Aber auch von Seiten der Forschenden und der für die Umweltbeobachtung Zuständigen wäre eine gegenseitige Annäherung erforderlich. Umweltbeobachtung wird von vielen Forschern noch immer für uninteressant erachtet, so dass es an kreativem Input für die Umweltbeobachtung fehlt. Und den im Routinebetrieb der Umweltbeobachtung Tätigen fehlt es mitunter an Verständnis und Bereitschaft, die Ergebnisse der Ökosystemforschung für ihren Aufgabenbereich zu erschließen und klare Anforderungen an die Forschung zu formulieren. Einen Ansatz zur beidseitigen Annäherung stellt die Indikatorendiskussion dar. Sie ist einerseits für die Forschung ein interessantes Aufgabenfeld. Andererseits bietet sie den Anwendern eine Orientierung bei der Fokussierung der Umweltbeobachtungsprogramme auf ein Set tatsächlich aussagekräftiger Beobachtungsgrößen.

Trotz aller genannten Schwierigkeiten gibt es konkrete Beispiele, in denen es gelungen ist, Ökosystemforschungsvorhaben in Umweltbeobachtungsprogramme zu überführen. Genannt wurden:

- Die Wattenmeerökosystemforschung mündete in das Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP), das seit 1994 im gesamten Wattenmeer - wenn auch mit einem gegenüber der Forschung stark reduzierten Parameterset - durchgeführt wird.
- Aus dem WET-Projekt in Schleswig-Holstein, speziell aus der Begleitforschung zum Niedermoorprogramm resultierten Vorschläge für ein reduziertes Monitoringprogramm, das bereits zum Teil von dem zuständigen Staatlichen Umweltämtern übernommen wurde.
- Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette: Die Messungen wurden z.T. Bestandteil der Umweltprobenbank des Bundes, die Depositionsmessungen mündeten in das Depositionsmessprogramm des Gewerbeaufsichtsamtes Schleswig-Holstein in Itzehoe.
- Im Falle des Bodenseeprojektes (SFB 248 der DFG Stoffhaushalt des Bodensees) sind Folgemessungen bereits institutionalisiert und gesetzlich verankert.
- Die Forschungen im Rahmen des HIBECO-Projektes sollen in eine neue Monitoringaktivität unter dem Titel „TREBIOREMA“ (Treelines as indicators of climate change, biodiversity and resource management) münden.
- Die Waldökosystemforschungen u.a. im Rahmen des ICP mündeten in das Forstliche Umweltmonitoring (Level I und II).

- Das LTER-Programm (Long-term ecological research and monitoring, z.B. in Loch Vale Watershed, Rocky Mountain National Park, Colorado, USA) war von Beginn an für die Überführung in ein langfristiges Umweltbeobachtungsprogramm konzipiert.

In weiteren derzeit noch laufenden Ökosystemforschungsvorhaben (so z.B. im FAM-Projekt/Scheyern) ist eine Überführung der Forschungen in Umweltbeobachtungsprogramme geplant. Konkrete diesbezüglich Schritte wurden jedoch noch nicht eingeleitet.

4.5 Beitrag der Ökosystemforschung zur Umweltbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Umweltberichterstattung

4.5.1 Bedeutung der Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit

Übereinstimmend wird von allen Befragten eine möglichst enge Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit für sehr erstrebenswert erachtet. Folgende Gründe werden für diese Einschätzung genannt:

- Erfüllung des Bildungsauftrags der Ökosystemforschung:

Die Ökosystemforschung hat den Auftrag, das Problembewusstsein in der Öffentlichkeit hinsichtlich negativer aber auch positiver Trends der Umweltentwicklung zu schärfen. Sie soll deutlich machen, in welcher Weise der Mensch von den Leistungen und Angeboten seiner natürlichen Umwelt abhängt. Denn nur ein gestärktes Umweltbewusstsein der Bevölkerung schafft die Voraussetzungen für umweltbewusstes Handeln und eine effiziente Umweltpolitik. Dabei wird ausdrücklich betont, dass der Bildungsauftrag der Ökosystemforschung keineswegs allein darin besteht, eine „pro-Umwelt-Message“ zu transportieren, sondern die Zusammenhänge von gesellschaftlichen Problemen und Umweltproblemen kritisch und differenziert darzustellen.

- Akzeptanz der Ökosystemforschung in der Öffentlichkeit:

Es muss im Eigeninteresse der Ökosystemforschung liegen, ihre gesellschaftliche und politische Akzeptanz und Relevanz für alle Zielgruppen über eine möglichst transparente Präsentation und einen kontinuierlichen Informationsfluss ihrer Ergebnisse zu stärken. Letztendlich wird davon abhängen, ob auch in Zukunft Gelder zur Förderung der Ökosystemforschung zur Verfügung gestellt werden. Die Präsentation sollte dabei sowohl die Darstellung der Ziele als auch der Produkte und der Anwendungsmöglichkeiten beinhalten.

- Ökosystemforschung als geeignetes Lernfeld:

Ökosystemforschung ist geeignetes Lern- und Trainingsfeld für die Förderung systemaren Denkens, d.h. des Denkens in Zusammenhängen, Wechselwirkungen und Rückkopplungen, denn Ökosystemforschung und deren Verständnis fordern grundsätzlich die Kombination ganz unterschiedlicher Fähigkeiten und Kenntnisse. Dabei geht es nicht allein um die Förderung von Studenten und Wissenschaftlern, sondern ebenso auch um die Herausbildung dieser Fähigkeiten in der gesamten Gesellschaft

Einschränkend wird von einem Befragten angemerkt, dass dem „direkten, sinnlichen Landschaftserleben“ sowie der Einsicht in gesellschaftliche und individuelle Handlungsmöglichkeiten eine so große Bedeutung zukommen, dass diese nicht durch verstärkte ökosystemare Bildung zurückgedrängt werden sollte.

Die Voraussetzungen für eine die Ökosystemforschung begleitende effektive Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit sind nach Meinung der befragten Fachleute heute aufgrund der zur Verfügung stehenden IT-Methoden so günstig wie noch nie. Die Ökosystemforschung sollte diese Möglichkeiten umfangreich nutzen. Der Umweltatlas Wattenmeer wird als positives deutsches Beispiel für die Nutzung dieser Methoden herausgestellt.

So wie Übereinstimmung dahingehend besteht, dass die Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung, Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit wünschenswert ist, sind sich die Befragten aber auch einig, dass diese Verknüpfung bislang nicht in ausreichendem Maße stattgefunden hat. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass

- der Bedarf zur Vermittlung der Erkenntnisse der Ökosystemforschung bislang noch nicht so groß war, da zum einen die durch Umweltprobleme ausgelösten Krisen zumindest in den mittleren und nördlichen Breiten noch nicht drängend genug waren und zum anderen die für die Ökosystemforschung zur Verfügung gestellten Mittel noch üppiger zur Verfügung standen. Diese Situation ändert sich jedoch zunehmend, was zwangsläufig eine Förderung der Kommunikation zur Folge haben muss;
- trotz der Unübersehbarkeit globaler Umweltprobleme der Stellenwert von Umweltthemen in der Öffentlichkeit in den letzten Jahren gesunken ist, was sich auch in einem sinkenden politischen Interesse niederschlägt. Darüber hinaus ist die Rezeptionsbereitschaft für Umweltprobleme und die Nachfrage nach tragfähigen Lösungen wie kaum ein anderes Themenfeld vom aktuellen politischen Rahmen abhängig, was eine kontinuierlich angelegte Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit erschwert. Sicher hat darüber hinaus auch eine über Jahre hinweg unangemessene und wenig differenzierte Öffentlichkeitsarbeit, in der wissenschaftliche Aussagen häufig auf die Vorhersage möglicher Katastrophen reduziert wurden, dem Ansehen der Umweltforschung und der Akzeptanz wissenschaftlich begründeter Empfehlungen geschadet;
- es grundsätzlich an personellen und finanziellen Ressourcen für eine qualifizierte, die Forschung begleitende Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit mangelt, da diese bei der Projektantragstellung bzw. in den Forschungsprogrammen nicht explizit vorgesehen ist. So mussten beispielsweise im Falle der Ökosystemforschung im schleswig-holsteinischen Wattenmeer die Pressearbeit, Schulungen und Vorträge aus Eigenmitteln des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holstein finanziert werden;
- dass Ökosystemforschung komplexer und wissenschaftlich anspruchsvoller ist als beispielsweise die Vermittlung von klassischen Naturschutzgedanken;
- es mitunter auch an geeigneten inhaltlichen Anknüpfungspunkten für die Präsentation von Forschungsergebnissen fehlt, denn (noch) nicht aus jedem Ökosystemforschungsvorhaben resultieren tatsächlich anwendungsrelevante und vermittelbare Ergebnisse;
- es den Forschern häufig an Engagement (und Aus- bzw. Weiterbildung) im Bereich der Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit fehlt. Die Forscher sehen sich grundsätzlich mit dem Problem konfrontiert, eine anspruchsvolle Forschung zu bewältigen und gleichzeitig die (Zwischen-) Ergebnisse in allgemeinverständlicher Form aufzubereiten. Für Letzteres werden i.d.R. keine zusätzlichen Mittel zur Verfügung gestellt. Ferner wird eingestanden, dass es zahlreichen Wissenschaftlern an Kommunikationsfähigkeiten sowie politischer, sozialer und medialer Kompetenz mangelt, um auch in der außeruniversitären Öffentlichkeit überzeugend auftreten zu können. Darüber hinaus wird ein Engagement von For-

schern in der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit bislang nur wenig honoriert. So definiert sich der Erfolg eines Wissenschaftlers i.d.R. allein durch die von ihm erzielten Forschungsergebnisse, die sich in der Anzahl von Publikationen und einer erfolgreichen Dissertation etc. niederschlagen.

- das Arbeitsgebiet der Umweltbildung noch immer nicht genügend anerkannt ist und häufig auf die schulische Bildung eingeengt wird.

Trotz der genannten Schwierigkeiten können von den in der Ökosystemforschung Tätigen zahlreiche Positivbeispiele für erfolgreiche Aktionen in den Bereichen Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit genannt werden. Bei den Anwendern (Planer und Verwaltungsangehörigen) sind diese Beispiele jedoch nur wenig bekannt.

Zu den dominierenden Formen der Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit gehören:

- die Erstellung von Broschüren und Verteilung derselben an Ämter, Lehrerfortbildungseminare u.a. (z.B. deutsche Vorhaben der Wattenmeerforschung);
- Internetpräsentationen (wie z.B. für das ICP oder das BITÖK);
- Präsentationen und Diskussionen in Presse, Rundfunk und Fernsehen (wie u.a. im Rahmen des LTER in den Rocky Mountains oder der Waldökosystemforschung in Göttingen/Solling);
- Veranstaltung von Führungen auf den Forschungsflächen: Die Zielgruppe sind dabei nicht nur Forschende, sondern ebenso auch Angehörige aus der Verwaltung (z.B. WET-Projekte Schleswig-Holstein), Schulen (z.B. Bodenseeprojekt / SFB 248 der DFG Stoffhaushalt des Bodensees) und relevante Nutzergruppen (z.B. FAM);
- Einrichtung von Lehrpfaden (z.B. im Nationalpark Hohe Tauern zur Präsentation der Ergebnisse der glaziologischen Forschung an der Universität Innsbruck);
- Veranstaltung von Diskussionsforen mit Akteuren im politischen Raum (im Rahmen des FAM-Projektes wurden solche Diskussionsforen u.a. mit dem Bauernverband sowie Kommunal- und Landespolitikern abgehalten);
- Veranstaltung wissenschaftlicher Konferenzen, Workshops und Seminare (wie z.B. begleitend zum IBP sowie zu NSSE und HIBECO, im WET-Projekt Schleswig-Holstein wurden projektbegleitend gut besuchte Seminare in der Umweltakademie veranstaltet);
- Veranstaltung von Tagen der offenen Tür (das FAM-Projekt konnte in diesem Rahmen bisher ca. 30.000 Besucher empfangen);
- Ausarbeitung von Unterrichtseinheiten für Schüler und die Lehrerfortbildung (im FAM-Projekt wurden auf diese Weise in einem Sommerhalbjahr ca. 1.600 Schüler und ca. 100 Lehrer erreicht, im Vorhaben „Biodiversität und Ökosystemfunktionen in bewirtschafteten Grünländern“/Universität Jena wurden Filme für den Schulunterricht produziert).

Auch in den meisten der o.g. Projekte beschränkt sich die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit jedoch auf einzelne, zeitlich begrenzte Aktionen, und es gibt keine längerfristig angelegte Bildungs- und Informationsstrategie. Herausragende Ausnahmen im deutschen Raum sind sicher das FAM-Projekt, die Ökosystemforschung in der Bornhöveder Seenkette und die MAB 6-Forschung in Berchtesgaden, im Rahmen derer auch in größerem Umfang, z.T. mit selbständig agierenden Gruppen mit spezifischen Zuständigkeiten Aktivitäten der Bildungs- und Öffentlichkeit unternommen werden konnten. Als weiteres positives Beispiel sei die Ökosystemforschung in den Everglades erwähnt. Hier werden parallel zur Forschung vom South Florida Water Management District auch von den Medien begleitete Bildungsprogramme zur umweltgerechten Wassernutzung durchgeführt.

4.5.2 Impulse aus der Ökosystemforschung für die Umweltberichterstattung

Die Ökosystemforschung liefert – nach Auskunft und Einschätzung der Befragten – Impulse sowohl strategischer und struktureller als auch methodischer und inhaltlicher Art für die Umweltberichterstattung. Konkrete Nennungen von Beiträgen beziehen sich aber nahezu ausschließlich auf die Erstellung von Projektberichten oder die Bereitstellung von Informationsmaterialien. Über konkrete Beiträge aus der Ökosystemforschung beispielsweise zu einer nationalen oder auch regionalen Berichterstattung werden keine Aussagen getroffen. Eine Ausnahme stellt die Diskussion um geeignete Indikatoren zur Abbildung struktureller und funktioneller Veränderungen von Ökosystemen dar, die im Rahmen zahlreicher Ökosystemforschungsvorhaben insbesondere in jüngster Zeit geführt wird (s. auch Kap. 4.5.3). Indikatoren sind insofern wichtige „Arbeitshilfen“ für die Umweltberichterstattung, als mit ihrer Unterstützung auch komplexe Sachverhalte in vereinfachter Form und allgemeinverständlich vermittelt werden können.

Eher theoretische Impulse hat das Bornhöved-Projekt insofern geliefert, als im Rahmen der projektbegleitenden Inter- und Transdisziplinaritätsforschung Zielgruppenanalysen vorgenommen und didaktische Reflexionen zur Themenwahl und Präsentation der Ergebnisse angestellt worden sind.

4.5.3 Beiträge der Ökosystemforschung zur Indikatorendiskussion

Die Ökosystemforschung liefert - nach Mehrheit der Befragten - relevante Beiträge zur Indikatorendiskussion. Folgende konkrete Projekte werden aufgrund ihrer herausragenden Beiträge beispielhaft hervorgehoben:

- Im Rahmen der Ökosystemforschung in den Everglades wurden Indikatoren insbesondere zur Hydrologie und Wasserqualität identifiziert.
- Im Zuge des LTER in den Rocky Mountains wurde die Entwicklung aggregierter Indikatoren vorangetrieben.
- Die deutsche Waldökosystemforschung hat Indikatoren zum Stoffaustrag mit dem Sickerwasser erarbeitet.
- Für die umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) wurden im Rahmen des INΔECO²-Projektes („Makroindikatoren des Umweltzustands“) im Auftrag des BMBF und in Kooperation mit dem Statistischen Bundesamt hochaggregierte Umweltzustandsindikatoren auf Basis naturwissenschaftlicher Modelle, statistischer Aggregationsverfahren und gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse entwickelt.
- Im ICP wurden Indikatoren für nachhaltige Forstwirtschaft entwickelt.
- Im IBP und NSSE wurde u.a. die Baumgrenze als komplexer Indikator für klimatische Veränderungen intensiv diskutiert.

Darüber hinaus ist auch die Diskussion um Agrarumweltindikatoren stark von der Ökosystemforschung geprägt worden.

Im marinen Bereich hat sich das Indikatorenkonzept, insbesondere das Konzept aggregierter Indikatoren nicht bewährt. So arbeitet das TMAP allein mit Schlüsselarten, die explizit nicht als Indikatoren bezeichnet werden.

4.6 Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre/Ausbildung

Hinweis: Der Fragebogen 3 wurde nur von Deutschen beantwortet, so dass die nachstehend zusammengefassten Aussagen nur eine Analyse der Situation in Deutschland beinhalten.

4.6.1 Förderung der Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen in der Ausbildung (an Hochschulen)

Es besteht Einigkeit darüber, dass die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen an den Hochschulen weiter gefördert werden sollte. So gilt die Zusammenarbeit in multi- und interdisziplinären Forschungsverbünden innerhalb und zwischen Hochschulen i.d.R. als bereits sehr weit entwickelt und gut funktionsfähig, während in der Ausbildung noch immer große Defizite diesbezüglich konstatiert werden.

Als mögliche Ansatzpunkte für die Förderung der Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen werden genannt:

- die Initiierung konkreter gemeinsamer Projekte, an denen Vertreter mehrerer naturwissenschaftlicher Disziplinen beteiligt sind,
- das Angebot fächerübergreifender Lehrveranstaltungen und die Integration in gemeinsamen Fachbereichen und Instituten,
- die Aufbrechung der alten Fächerstruktur und die Einführung eines echten Studienfaches „Umweltwissenschaften“, innerhalb dessen die Teildisziplinen Geographie, Geologie, Biologie, Zoologie, Botanik etc. zusammengeführt werden,
- die Förderung integrativer Fähigkeiten auch beim Lehrpersonal,
- eine stärkere Konzentration von Fördergeldern auf Projekte, die diese Integration fördern (konsequente „leistungsbezogene Mittelzuweisung“).

Als wichtige Voraussetzung gilt auch eine bessere schulische Vorbildung in den „harten“ Naturwissenschaften (Physik und Chemie) und in der Mathematik. Denn derzeit gibt es zu wenige Studierende, die hinreichend leistungsstark und motiviert sind, um sich in integrativen Projekten und für eine stärker integrative Ausbildung zu engagieren. Die Hochschulausbildung bleibt daher in vielen Fällen in einer (sektoralen) naturwissenschaftlichen Grundausbildung, beginnend auf einem relativ niedrigen Niveau, stecken und hat keine Möglichkeiten, auf das Niveau stärker integrativer Betrachtungen vorzustoßen.

4.6.2 Bedeutung der Systemanalyse und der Umweltinformatik für die akademische Ausbildung

Der Systemanalyse und der Umweltinformatik wird durchweg eine große Bedeutung für die akademische Ausbildung zugesprochen. Während Kenntnisse in der Systemanalyse insbesondere für eine Bewährung im akademischen Umfeld (zur Bearbeitung theoretischer Ansätze) entscheidend sind, sind profunde Kenntnisse der Umweltinformatik (d.h. von GIS-Techniken sowie von Statistik und Programmieren) heute eine wichtige Voraussetzung, damit sich die Absolventen auch auf dem eher praxisorientierten Arbeitsmarkt behaupten können. Kritisiert wird jedoch, dass die Ausbildung sowohl in den Bereichen Systemanalyse als auch Umweltinformatik insbesondere außerhalb der naturwissenschaftlichen Fakultäten an den Universitäten noch immer vernachlässigt wird. Gründe hierfür sind u.a. die häufig (zu) geringen Vorkenntnisse der Studierenden in der Mathematik. Dies macht eine adäquate Ausbildung i.d.R. sehr aufwändig, insbesondere personalintensiv. Häufig lassen sich ent-

sprechende Lehrveranstaltungen nur in kleinen Gruppen durchführen. Die Nachfrage seitens der Studierenden ist aber grundsätzlich hoch.

4.6.3 Organisation der Zusammenarbeit zwischen ökologisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen einerseits und wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen andererseits in der Ausbildung

Die Förderung der Zusammenarbeit zwischen ökologisch-naturwissenschaftlichen sowie wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen in der Ausbildung wird als erstrebenswert erachtet. Sie gilt aber als große Herausforderung, zumal eine vergleichbare Kooperation ja bisher nicht einmal im Forschungsbereich befriedigend realisiert werden konnte.

Außer der Förderung und Durchführung gemeinsamer Projekte und Seminare mit der Bearbeitung konkreter anwendungsbezogener Fragestellungen sowie der Veranstaltung fachübergreifender Tagungen und Kolloquien (auch über einzelne Hochschulen hinaus, z.B. in Deutschland gefördert durch die DFG, DBU und den DAAD), zu deren Bewältigung sowohl natur- als auch geisteswissenschaftliche Kompetenzen erforderlich sind, gibt es jedoch keine konkreten und weiterführenden Ideen der Befragten.

4.6.4 Bearbeitung realer Fallbeispiele als Ansatzpunkte für eine innovative („transdisziplinäre“) Verknüpfung von Ökosystemforschung und Lehre

Grundsätzlich wird die Bearbeitung realer Fallbeispiele (z.B. der Landschaftsplanung) an den Universitäten als motivierend für die Studierenden betrachtet. Es wird jedoch davor gewarnt, dass solche Projekte – insbesondere dann, wenn sie zusätzlich Ansätze der Partizipation von Betroffenen verfolgen – leicht unübersichtlich und in einem vernünftigen Zeitraum nicht mehr bewältigbar werden. Die hohe Attraktivität solcher Projekte sollte auch nicht dazu führen, dass sich die Studierenden vom Pflichtprogramm der Aneignung zwingend notwendiger Grundlagen in den meist unbeliebten, eher abstrakten Fächern entbinden können. Befürchtet würde in diesem Fall eine zu starke Verflachung der Ausbildung, bzw. eine extreme Spezialisierung der Studierenden.

4.6.5 Schulung einer „ökologischen Bewertungs- und Urteilskompetenz“ an den Hochschulen

Von den Befragten wird ein eindeutiges Defizit in der Schulung „ökologischer Bewertungs- und Urteilskompetenz“ (z.B. normativer Grundlagen, Entscheidungstheorien, Bewertungsverfahren) in der universitären Ausbildung gesehen, die noch immer im Wesentlichen auf die Vermittlung von Fachwissen und Wissen im methodisch-technischen Bereich ausgerichtet ist, nicht aber normative Fragen thematisiert.

Ein wesentlicher Inhalt eines solchen Ausbildungsschwerpunktes sollte darin bestehen, deutlich zu machen, wie die deskriptive Disziplin Ökologie mit normativen Fragestellungen in Verbindung gebracht werden kann, d.h. wie es gelingen kann, naturwissenschaftlich und gesellschaftlich basiertes Wissen nachvollziehbar mit naturschutz(umwelt-)fachlichen Zielfindungs- und Bewertungsverfahren und Rechtsnormen zu verknüpfen. Kritisiert wird, dass es an einigen Hochschulen zwar entsprechende Lehrangebote z.B. in der Entscheidungstheorie gibt, es aber grundsätzlich an neueren Ansätzen fehlt. Zurückgeführt wird Letzteres u.a. auf einen Wandel des Planungsverständnisses, der zu einer Abwendung von der Expertenpla-

nung und Hinwendung zur kooperativen, partizipativen Planung sowie einer Stärkung der informellen gegenüber den formalen Planungsinstrumenten führt.

4.7 Kritische Reflexion von Ökosystemforschungsvorhaben

4.7.1 Kritische Reflexion der organisatorischen Struktur und strategischen Vorgehensweise in Ökosystemforschungsvorhaben

Die deutlich überwiegende Zahl der Befragten aus Forschungseinrichtungen postuliert, dass eine kritische Reflexion von organisatorischer Struktur und strategischer Vorgehensweise in den von ihnen durchgeführten Ökosystemforschungsvorhaben stattgefunden hat. Diese ist jedoch nur z.T. in Veröffentlichungen und Schlussberichten niedergelegt. Die in der Anwendungspraxis Tätigen beurteilen die Bereitschaft zur kritischen Selbstreflexion der Forschenden als noch zu wenig ausgeprägt.

Die Selbstkritik der Forschenden richtet sich u.a. auf die folgenden Punkte:

- Die Fokussierung der einzelnen Arbeitsgruppen auf das gemeinsame Projektziel ist zu schwach ausgeprägt.
- Es fehlt u.a. aus Finanz- und Personalgründen an einer konsequenten Koordination der verschiedenen Arbeitsgruppen über die gesamte Projektlaufzeit hinweg. Dies schlägt sich dann auch in der Abfassung der Schlussberichte nieder.
- Die Projektleitung verfügt aufgrund der (universitären) Strukturen über zu geringe Möglichkeiten, auf den Verlauf des Projektes und die Arbeit der einzelnen Arbeitsgruppen im Sinne einer strengen Koordination wirksamen Einfluss zu nehmen.
- Die Projektleitung war nicht dazu in der Lage, die von den einzelnen Arbeitsgruppen entwickelten wissenschaftlichen Ansätze, deren Bemühungen und Aussagen zu verstehen und in den Gesamtkontext des Vorhabens einzuordnen.

In der Gesamtschau spielt die Rolle der Projektleitung nach Ansicht der Experten eine herausragende Rolle bei der Bewältigung des inter- oder transdisziplinären Projektauftrags. Bezüglich der Leistungsfähigkeit der Projektleitung wiederholt sich dabei die Kritik, dass das Projektmanagement in den gegebenen Strukturen zu wenig professionell arbeiten kann. Letztendlich stellt ein Verbundforschungsvorhaben der Ökosystemforschung vergleichbare Kompetenzanforderungen wie eine Firma, in der verschiedene Arbeitsgruppen auf das gemeinsame Betriebsziel hin koordiniert werden müssen. Die Projektmanager sind jedoch auf die Übernahme einer solchen Tätigkeit oftmals nicht professionell vorbereitet.

Ferner wird auf die Grenzen einer Struktur- und Strategieoptimierung insbesondere an den Universitäten in Deutschland hingewiesen. Infolge der Veränderungen des Hochschulrahmengesetzes wird sich das Problem weiter verschärfen, projekterfahrenes Personal für ein zielgerichtetes und professionelles Management gewinnen zu können. Aufgrund der Befristung der Tätigkeit von Mitarbeitern des Mittelbaus auf maximal 12 Jahre geht dieses Personal den Universitäten verloren.

Die Kritik der „Außenstehenden“ an der Struktur und den Strategien in Ökosystemforschungsvorhaben betrifft zusammenfassend die folgenden Punkte:

- Interdisziplinarität wird in den Ökosystemforschungsvorhaben nicht ernst genug genommen. Vielfach wird sie nur als besonders attraktive Möglichkeit gesehen, zusätzliche For-

schungsmittel zu erlangen, der Anspruch schlägt sich aber nicht in ausreichender Form in der Strukturierung des Projektes nieder. Vielfach dominiert noch immer eine Disziplin.

- In vielen Ökosystemforschungsvorhaben verselbständigen sich die Arbeitsgruppen zu schnell voneinander, da es an Kompetenzen für die Entwicklung gut funktionierender Kooperationskonzepte fehlt.
- Von Seiten der Projektleitung wird noch immer der Forschungsleistung der einzelnen Arbeitsgruppen größeres Gewicht beigemessen als den Leistungen, die von den Projektmitarbeitenden im Sinne der Interdisziplinarität mit Blick auf das übergeordnete Ziel des Projektes erbracht werden. Der Erfolgsdruck, dem die beteiligten Wissenschaftler unterworfen sind, wirkt angesichts dessen der Interdisziplinarität häufig sogar direkt entgegen. Es fehlt an Möglichkeiten insbesondere für jüngere Teilnehmer, sich mit interdisziplinären Erfolgen persönlich qualifizieren zu können.
- Es fehlt häufig an einer gemeinsamen, vorab festgelegten Datenstruktur und –kompatibilität, die Voraussetzung für die integrative Zusammenführung der Daten aus den einzelnen Arbeitsgruppen wäre.

Die genannten Kritikpunkte schlagen sich dementsprechend auch in der Qualität der Syntheserichte nieder.

Eine kritische Selbstreflexion sollte in Zukunft insbesondere auf die Frage gerichtet sein, inwieweit es gelungen ist, mit den gewählten Forschungsansätzen und Strukturen Ergebnisse zu erzielen, die sich mit herkömmlichen, also sektoral oder nur linear orientierten Ansätzen nicht hätten erzielen lassen.

Grundsätzlich wird von Anwenderseite eine konsequentere Selbstreflexion der Forschenden bezüglich der in den Vorhaben erbrachten Leistungen gewünscht. Es wird eingeräumt, dass diese ggf. separat finanziell gefördert werden müsste.

4.7.2 Zur Problematik interdisziplinären Arbeitens

Wie aus Kap. 4.7.1 hervorgeht, kann in vielen Ökosystemforschungsvorhaben der hohe Anspruch an Interdisziplinarität nicht eingelöst werden. Hauptgründe hierfür liegen nach Meinung der Befragten in dem Umstand, dass sich aus einem konsequenten Bemühen um die Realisierung dieser Arbeitsform keine greifbaren (karrierewirksamen) Erfolge und Vorteile für die Projektbeteiligten ableiten lassen. Ferner fehlt es vielerorts an der prinzipiellen Bereitschaft, andere Herangehensweisen und Disziplinen zu akzeptieren und deren Leistungen für die Erzielung eines gemeinsam angestrebten Ergebnisses adäquat wertzuschätzen. Und letztendlich sollte natürlich auch nicht übersehen werden, dass für das Scheitern von Interdisziplinarität nicht allein der mangelnde Wille der Beteiligten oder ungeeignete Strukturen verantwortlich sind, sondern auch fachliche Divergenzen zwischen den einzelnen Fachrichtungen.

Folgende Anregungen für die Stärkung von Interdisziplinarität werden gegeben:

- **Verbesserung der organisatorischen Rahmenbedingungen:**

Zur gezielten Unterstützung interdisziplinärer Arbeitsweisen bedarf es in erster Linie eines straffen Managements, denn der Diskurs- und Moderationsaufwand für die Durchführung integrativer Ökosystemforschungsvorhaben ist in der Vergangenheit immer wieder unterschätzt worden. Dies spiegelt sich auch darin wieder, dass es in den Projekten häufig an entsprechenden Mitteln für die Finanzierung einer kompetenten Projektkoordination fehlt,

bzw. diese Mittel bereits bei der Antragstellung in den Projektanträgen nicht als selbständige finanzierungswürdige Posten eingeplant werden dürfen.

Das Projektmanagement sollte sich als Dienstleister für das Projekt betrachten und exakt beschriebene Aufgaben und Kompetenzen haben. Hierzu sollte u.a. auch die zentrale Verwaltung der Finanzmittel und Stellen innerhalb des Vorhabens gehören. Das Projektmanagement sollte sich als Liniengeber für das Gesamtprojekt verstehen und von allen Projektbeteiligten mit diesem Auftrag auch respektiert sein. Ihm sollte es auf dieser Basis dann auch möglich sein, disziplinarische Abweichungs- und Ausreißerversuche der Projektbeteiligten zu sanktionieren und Einflussnahmen der Geldgeber, die der Zielsetzung der Interdisziplinarität widersprechen, abzuwehren.

Die Projektleitung sollte über Kompetenzen in vielen unterschiedlichen Disziplinen verfügen, ohne selbst (noch) hochspezialisiert zu arbeiten (auch wenn er/sie das in der Vergangenheit getan hat), und insbesondere mit umfangreichen diplomatischen Fähigkeiten ausgestattet sein.

Innerhalb des Projektes sollte sich eine Kombination aus fachorientierten Teilprojekten und fächerübergreifenden Arbeitsgruppen bewähren. Letztere sollten den Auftrag übernehmen, Querschnittsaufgaben innerhalb des Projektes wahrzunehmen. Sie könnten z.B. als Koordinationsausschüsse institutionalisiert werden, die sowohl organisatorische als auch inhaltliche Fragen bearbeiten. Die einzelnen Koordinationsausschüsse wiederum könnten von einem Leitungsgremium koordiniert werden.

Die Einrichtung koordinierender Arbeitsgruppen oder –ausschüsse ist unerlässlich insbesondere für die Organisation des Antrags- und Berichtswesens sowie für die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit. Das Projekt sollte in jedem Falle nach außen geschlossen und abgestimmt präsentiert werden. Dabei kann eine gezielte Einbindung der einzelnen Arbeitsgruppen in die Gesamtdarstellung der Projektergebnisse insofern sinnvoll sein, als diese dann zur Darstellung auch von Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen gezwungen werden, was den Interdisziplinaritätsgedanken unterstützen kann.

Gefördert würde Interdisziplinarität in jedem Falle auch durch eine gemeinsame Ansiedlung der Projektbeteiligten z.B. innerhalb eines Projektzentrums oder Instituts (z.B. wie im Falle des BITÖK oder des Ökologie-Zentrums in Kiel), wo sich die Wissenschaftler „über den Weg laufen“ und auf diesem Wege die Kommunikation und das Bewusstsein für das gemeinsam zu erreichende Ziel gefördert werden.

- **Verbesserung der Kommunikation:**

Eine Verbesserung der Kommunikation geht vielfach mit einer Verbesserung der o.g. organisatorischen Rahmenbedingungen einher. An dieser Stelle seien jedoch noch gezielt einige spezifische Anregungen diesbezüglich aufgelistet:

- konsequente Nutzung von Intra- und Internet als Informationsplattform zwischen den Arbeitsgruppen,
- regelmäßige Herausgabe eines Newsletters zur kontinuierlichen Aktualisierung des Informationsstandes der Projektbeteiligten über die Probleme und Fortschritte der anderen Arbeitsgruppen,
- regelmäßige Veranstaltung gemeinsamer Gesprächsrunden, sei es in Form fachübergreifender Gespräche am Untersuchungsobjekt, gemeinsamer Workshops oder Klausurtagungen für fachliche und technische Beratungen (empfohlen wird z.B. ein Mitarbeitertref-

fen mind. alle drei Monate, die jährliche Veranstaltung eines wissenschaftlichen Symposiums und alle drei Jahre eines internationalen Symposiums),

- Schaffung möglichst vieler Gelegenheiten auch zum informellen Austausch (z.B. Kaffeetreffen), der insbesondere die Herausbildung einer Gruppenidentität und das gegenseitige Verständnis für disziplinspezifisch unterschiedliche Arbeitsansätze fördern kann.

Die Verbesserung der Kommunikation und Kommunikationsfähigkeit sollte bereits an den Hochschulen im Lehrbetrieb gefördert werden. Hierzu würde die Durchführung gemeinsamer Forschungsvorhaben, Seminare, Tagungen, Kolloquien und Lehrveranstaltungen beitragen.

- **Schaffung von Integrationselementen:**

Interdisziplinäres Arbeiten erfordert konkrete Integrationselemente, d.h. gemeinsame Ausgangspunkte, gemeinsame Arbeitsmittel und gemeinsame Ergebnisse. Das bedeutet, Interdisziplinarität bedarf von Anfang an des geplanten Zusammenwirkens aller Akteure. Dieses beginnt bei der Formulierung der Basishypothesen einer Untersuchung (in einem in sich schlüssigen Projektantrag oder Projektplan) und endet bei der integrativen Ergebnisdarstellung (in einem qualitativ hochwertigen Projektsynthesebericht und gemeinsamen Publikationen der Projektbeteiligten unterschiedlicher Arbeitsgruppen). Die Beteiligung der jeweiligen Einzeldisziplinen sollte sich nicht an deren fachlichem Selbstverständnis orientieren, sondern an dem von der einzelnen Disziplin zu leistenden konkreten Beitrag zur Erfüllung des Forschungsauftrags.

Förderlich sind ferner:

- gemeinsame Flächenbezüge,
- abgestimmte Messkampagnen,
- gemeinsame Datenhaltung, die Ausdruck der Bereitschaft der einzelnen Arbeitsgruppen zur Freigabe ihrer Daten ist und einen möglichst reibungslos funktionierenden Datentransfer zwischen den Arbeitsgruppen sicherstellt,
- gemeinsame Strategien der Datenauswertung z.B. in Form spezieller Auswertungsprojekte (ihren strengsten Ausdruck können sie im Aufbau hierarchisch strukturierter Modellsysteme finden, die sich ohne die Zusammenführung des Sachverständnisses mehrerer Disziplinen nicht entwickeln lassen).

Neben allen formellen Integrationsebenen darf es auch nicht an inhaltlichen Brücken fehlen, die zur Zusammenarbeit der Einzeldisziplinen anregen. Ohne solche gemeinsamen inhaltlichen Ziele bleibt die beste Projektstruktur unwirksam.

Wesentlich erscheint bei allen Anregungen, dass es auch bei guter Vorstrukturierung von Projekten mit dem Ziel, Interdisziplinarität zu fördern, in vielen Fällen an deren Umsetzung fehlt, d.h. sich die Arbeitsgruppen nach Projektbewilligung wieder verselbständigen, um ihre eigenen Ziele zu verfolgen. In Anbetracht dessen erlangt eine sorgfältige Auswahl aller Projektbeteiligten ein hohes Gewicht. Diese müssen ernsthaft an Interdisziplinarität und integrativen Projektstrategien und –ergebnissen interessiert sein.

Dem stringenten und zügigen Abschluss der Synthesephase der Projekte muss ebenso wie der Anfangsphase besonderes Gewicht gegeben werden. Ansonsten drohen durch die institutionelle Lockerung der Forschungsvorhaben gegen oder nach Ende ihrer Laufzeit Effizienzeinbußen.

4.7.3 Bedeutung der Modellentwicklung und des Modelleinsatzes in der Ökosystemforschung

Der Modellentwicklung und dem Modelleinsatz wird in großer Übereinstimmung der Befragten eine herausragende Bedeutung für die und in der Ökosystemforschung zuerkannt.

- Modelle sind wichtige Integrationsinstrumente, d.h. sie sind innerhalb von komplexen Projekten häufig die einzigen effizienten Werkzeuge, Wissen, Ideen und Daten zu integrieren und eine gemeinsame Sprache zu finden. Modelle unterstützen in diesem Sinne insbesondere die fachübergreifende Auswertung von Messdaten und die Erzeugung eines synoptischen Projektergebnisses.
- Modelle sind zum Verständnis und zur Veranschaulichung komplexer systemarer Zusammenhänge unentbehrlich.
- Modelle (insbesondere mechanistische, prozess-orientierte Modelle) sind häufig das einzige Mittel,
 - ❖ quantitative,
 - ❖ szenarische oder auch prognostische Aussagen zu treffen und
 - ❖ gemessenen Daten und daraus ableitbare Aussagen auf andere Zeit- und Raumebenen zu skalieren.

Mit dieser Aussageleistung erlangen die Forschungsergebnisse Relevanz für die politische und planerische Entscheidungsfindung.

- Modelle können der Einsparung großer Mengen von Einzelmessungen dienen.
- Modelle eignen sich sehr gut dazu, Wissenslücken aufzudecken. Sie sind häufig Quellen weiterführender Hypothesenbildungen.

Es wird aber auch davor gewarnt, Modelle als Allheilmittel zu betrachten und ihre Ergebnisse unkritisch zu übernehmen. Z.T. wird die Auffassung geäußert, dass modellgestützte Vorhersagen zur Entwicklung von Ökosystemen, die über die bisherigen Beobachtungen hinausführen, im Unterschied zu physikalisch/chemischen Systemen nicht möglich sind. Dies gilt insbesondere für szenarische und prognostische Aussagen. Es wird jedoch übereinstimmend das Potenzial gesehen, Entwicklungsoptionen aufzuzeigen und die Diskussion darüber anzuregen. Ferner wird betont, dass Modelle den Anspruch erheben müssen, verständlich und nachvollziehbar zu sein, da sonst insbesondere beim Einsatz der Modellergebnisse in der politischen oder planerischen Argumentation Misstrauen entsteht.

Von Anwenderseite wird kritisiert, dass die Modelle, die von der Ökosystemforschung hervorgebracht werden, häufig nicht wirklich handhabbar und praxistauglich sind und ohne konkreten Problembezug entwickelt und angewandt werden. Dies gilt in besonderem Maße für hoch parametrisierte Computermodelle, die sich mitunter schnell in schematisch angewandten Algorithmen erschöpfen, „monströse“ und realitätsferne Dimensionen annehmen und gegenüber Empirie und Experiment oftmals weit überschätzt werden. So gibt es beispielsweise für die UVP konkreten Bedarf nach Modellen zur Wirkungsprognose. Die bisher von der Ökosystemforschung bereitgestellten Modelle hätten sich für diesen Zweck jedoch nicht als einsatzfähig erwiesen.

4.7.4 Vor- und Nachteile der Ökosystemforschung und ihre größten Probleme

Aus den Äußerungen der Befragten lassen sich die folgenden Thesen zu **Vorteilen** und Chancen der Ökosystemforschung und ihrer Arbeitsweisen extrahieren:

- **Die Ökosystemforschung liefert aufgrund ihrer Forschungsansätze neue Erkenntnisse, die über die Einzelergebnisse sektoraler Forschungen hinausreichen.**

Die Ökosystemforschung löst sich von der sektoralen (und medial orientierten) Betrachtung von Einzelproblemen. Sie betrachtet vielmehr den Gesamtkontext des Systems bei gleichzeitiger Berücksichtigung zahlreicher anthropogener Veränderungsfaktoren. Damit lassen sich mitunter Quellen für die Entstehung von Problemen aufdecken, die sich mit der Betrachtung nur einzelner Einflussfaktoren so nicht erkennen ließen.

- **Trotz des mit der Ökosystemforschung verbundenen erheblichen Mittelaufwands ist Ökosystemforschung dennoch ökonomisch.**

Ökosystemforschung stellt mit ihrem Anspruch zwar erhebliche Anforderungen an die Bereitstellung von Finanz- und Personalmitteln. Dennoch ist sie letztendlich ökonomisch, da die Forschungsergebnisse von Einzeldisziplinen zusammengeführt werden und ihre Interpretationsmöglichkeiten dadurch erweitert werden.

- **Die Kooperation unterschiedlicher Fachdisziplinen zwingt zur Herausbildung einer verständlichen Sprache.**

Auch wenn sich noch immer erhebliche Probleme hinsichtlich der Vermittelbarkeit der Diskussionsinhalte und Ergebnisse der Ökosystemforschung stellen, zwingt die interdisziplinäre Kommunikation innerhalb von Ökosystemforschungsvorhaben doch zu einer Übersetzung der Fachsprache der einzelnen Disziplinen in eine allgemeinverständlichere Sprache. Dies ist auch förderlich für die Öffentlichkeitsarbeit.

- **Ein erklärter Anwendungsbezug und der Untersuchungsgegenstand der Ökosystemforschung motivieren.**

Ein erklärter Anspruch auf Anwendungsbezug vermag Forscher in besonderer Weise zu motivieren, und es kann als besonderes Erfolgserlebnis gewertet werden, wenn die Forschungsergebnisse Relevanz für politische und planerische Entscheidungen erzielen. Auch das Erkennen und Erklären komplexer Ursache-Wirkungsbeziehungen in Ökosystemen ist ein an sich attraktives Arbeitsfeld, das besondere Herausforderungen bietet.

Gerade für die Ökosystemforschung haben sich in den letzten Jahren mit der Entwicklung der Informationstechnologie bis dahin ungeahnte technische Möglichkeiten eröffnet, die ganz neue Arbeitsperspektiven eröffnen. Dies gilt in besondere Weise für den Bereich der Modellbildung.

Die angeführten **Nachteile** und fundamentalen Probleme der Ökosystemforschung und ihrer Arbeitsweisen lassen sich in den folgenden Thesen zusammenfassen:

- **Ökosystemforschung ist zu teuer.**

Die gegenüber der sektoralen Forschung erfolgte Erweiterung des Untersuchungsgegenstandes und der Untersuchungsansätze bringt es mit sich, dass der Kapital- und Personalaufwand der Ökosystemforschung vergleichsweise sehr hoch sind. Angesichts dieser Kosten ist es fraglich, ob sich die Ökosystemforschung angesichts schmäler werdender Haushaltskassen in Zukunft überhaupt noch finanzieren lässt.

- **Ökosystemforschung bietet nur wenige und riskante Karriereoptionen.**

Auf die Schwierigkeit, sich mit interdisziplinären Erfolgen im Wissenschaftsbetrieb zu behaupten, wurde bereits an mehreren Stellen hingewiesen. Hier seien noch einmal die ungünstigen Rahmenbedingungen zusammengefasst, mit denen sich in der Ökosystemforschung tätige Wissenschaftler konfrontiert fühlen:

- Die mit der interdisziplinären Zusammenarbeit manchmal erforderlichen Vereinfachungen und Verallgemeinerungen werden gelegentlich von Fachspezialisten angegriffen. Dies kann die fachliche Anerkennung der in der Ökosystemforschung tätigen Wissenschaftler negativ beeinflussen.
- Ein wesentliches Erfolgskriterium für Wissenschaftler ist die pro Zeiteinheit produzierte Anzahl möglichst hochrangiger Publikationen (durch die mit dem neuen Hochschulrahmengesetz vorgegebenen Befristungen für Nachwuchswissenschaftler in Deutschland hat sich dieser Druck nochmals erheblich verschärft). Das bedeutet, es kann im Grunde nur das erforscht werden, was sich rasch hochrangig publizieren lässt. Dies sind typischerweise detaillierte Einzelstudien im Labor, nicht aber komplexe ökosystemare Zusammenhänge und Feldstudien (mit vielen Einflussgrößen, langen Reaktionszeiten usw.). Ergebnisse solch komplexer Studien lassen sich häufig auch nur schwer publizieren, da sie für den Leser mühsam zu erfassen sind und sich oft keine generalisierenden Aussagen treffen lassen.
- Die Selektion im Wissenschaftsbetrieb setzt beim einzelnen Individuum an und berücksichtigt nicht in ausreichendem Maße die Leistung einer Gesamtgruppe bzw. die für das Fortkommen der Gesamtgruppe erbrachten Leistungen der einzelnen Gruppenmitglieder. So müssen zum Verständnis ökosystemarer Zusammenhänge teilweise Parameter bestimmt werden, die zwar schwer zu messen sind, die aber alleine noch keine wertgeschätzten Einzelergebnisse darstellen. Die damit befassten Wissenschaftler leisten damit einen oft essenziellen Beitrag für das Gesamtprojekt, werden aber individuell schlecht beurteilt.
- Das für das Gelingen von Ökosystemforschungsvorhaben erforderliche kompetente Projektmanagement wird auch von den Wissenschaftlern selbst nur wenig gewürdigt und unterstützt. Damit bieten sich auch für hochqualifizierte Manager nur sehr eingeschränkte Karriereoptionen in der Ökosystemforschung.

Die genannten Rahmenbedingungen haben zur Konsequenz, dass sich erfolgsorientierte und kompetente Wissenschaftler zunehmend aus der Ökosystemforschung zurückziehen bzw. sich gar nicht erst in diese Forschungsteams integrieren. Sie widmen sich eher reduktionistischen Studien, die unter den geltenden Regeln größere Aussichten auf Erfolg bieten. Um diesem Dilemma abzuweichen, bedürfte es attraktiver Positionen in der Ökosystemforschung, auf denen langfristig im Team Ökosystemforschung betrieben werden kann, und eine ausgeglichene Balance zwischen Einzel- und Gruppenselektion im Wissenschaftsbetrieb.

- **Die politische Steuerung der Ökosystemforschung ist relativ groß.**

Ökosystemforschung ist aufgrund ihres erklärten anwendungsorientierten Anspruchs sehr viel stärker politischer Lenkung unterworfen, als dies bei der grundlagenorientierten Forschung der Fall ist. Das bedeutet, die Geldgeber binden i.d.R. die Mittelfreigabe an ein bestimmtes erwartetes Ergebnis, das konkrete Beiträge zur Lösung eines Umweltproblems liefern soll. Ökosystemforschung ist jedoch gerade aufgrund des komplexen Untersuchungs-

gegenstandes ein besonders von Überraschungen geprägtes Arbeitsfeld, das erhebliche Flexibilität in der Wahl der Forschungsansätze und Methoden erfordert. Dieser Flexibilität kann häufig von Geldgeberseite nicht gefolgt werden mit der Konsequenz, dass daraus inadäquate Einschränkungen für die Entfaltung der Forschungstätigkeit resultieren.

- **Die Ökosystemforschung blockiert sich durch ihren hohen integrativen Anspruch selbst.**

Der integrative Anspruch der Ökosystemforschung bietet Chancen und Probleme. Zum einen erwächst daraus ein wohltuender Zwang zur interdisziplinären Arbeit und zur engen Kooperation zwischen den unterschiedlichen Fachdisziplinen. Zum anderen besteht aber auch das Risiko, dass die Ökosystemforschung aufgrund wechselseitiger Abhängigkeiten der einzelnen Fachdisziplinen in ihren Fortschritten behindert wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn etablierte Disziplinen die Beantwortung komplexer Fragestellungen an das Vorliegen von Ergebnissen aus der detaillierten Untersuchung von Teilsystemen binden.

- **Die Ergebnisse der Ökosystemforschung lassen sich nur schwer vermitteln.**

Auch dieses Problem steht im engen Zusammenhang mit dem hohen integrativen Anspruch der Ökosystemforschung. Von Anwenderseite wird vielfach die Fundamentalkritik geäußert, die Ökosystemforschung wäre nicht fähig, leicht anwendbare Resultate zur Lösung von Umweltproblemen zu erzeugen, so wie das andere stärker reduktionistische Ansätze für Teilprobleme schaffen. In vielen Fällen lässt sich dieser Eindruck auf die nur schwere Vermittelbarkeit der komplexen Ergebnisse zurückführen.

4.7.5 Wünsche an die Ökosystemforschung der Zukunft

Die Zukunft der Ökosystemforschung ist eng an die Bereitstellung entsprechender Finanzmittel gebunden. Hier wird es entscheidend sein, ob es der Ökosystemforschung gelingt, auch eigenständig ihre Finanzierung zu sichern und zu diversifizieren. Die bisherigen Leistungen und Ergebnisse der Ökosystemforschung werden sich dabei einer strengen Prüfung unterwerfen müssen. Darüber hinaus wird es erforderlich sein, attraktive strukturelle und inhaltliche Perspektiven für die künftige Ökosystemforschung zu entwickeln.

Neben zwangsläufigen, mit der technischen Entwicklung (insbesondere im IT-Bereich) einhergehenden Weiterentwicklung der Ökosystemforschung gibt es folgende Anregungen und Ideen für die zukünftige Ausgestaltung der Ökosystemforschung:

- **Verbesserungen in organisatorischer Hinsicht:**
 - Verbesserung des Projektmanagements: Die Projektleitung sollte gezielt auf ihre Aufgaben hin geschult werden, und es sollte am Aufbau eines Berufsbildes „Projektmanager für Ökosystemforschungsvorhaben“ gearbeitet werden;
 - Schaffung attraktiver Positionen in der Ökosystemforschung: Soll engagiertes und talentiertes Personal für die Ökosystemforschung gewonnen werden, soll Interdisziplinarität ausgebaut und tatsächlich realisiert werden und soll der Teamgedanke in der Ökosystemforschung gestärkt werden, dann muss eine bessere Balance zwischen der Anerkennung von Einzel- und Gruppenleistungen gefunden werden. Das bedeutet, integrative Leistungen, die für das Team und das übergeordnete gemeinsame Ziel des Vorhabens erbracht werden, müssen adäquate Anerkennung finden und Karrierefortschritte ermöglichen.

- **Stärkung bzw. Ausweitung der Interdisziplinarität und Internationalität:**

- Ausweitung der Interdisziplinarität über die Naturwissenschaften hinaus, Suche gezielter Kooperation auch mit politik- und geisteswissenschaftlichen Disziplinen und stärkere Berücksichtigung der sozialen und wirtschaftlichen Komponenten, welche die Entwicklung der Ökosysteme bestimmen;
- engerer Austausch zwischen (interdisziplinär arbeitenden) Wissenschaftlern, Umweltpolitikern und Managern während aller Projektphasen;
- Verbesserung der Karrierechancen für Projektbeteiligte, die sich für die Realisierung von Interdisziplinarität einsetzen (s.o.);
- Ausweitung internationaler Kontakte: Ökosystemforschung entwickelt sich unter den unterschiedlichen politischen, gesellschaftlichen/kulturellen und naturgegebenen Rahmenbedingungen in den verschiedenen Staaten sehr unterschiedlich; aus dieser Vielfalt ließen sich zahlreiche Anregungen sowohl in inhaltlicher, methodischer als auch strategischer Sicht austauschen. Gerade für die Durchführung internationaler Projekte wäre jedoch eine gezielte Unterstützung der Kommunikation (u.a. zur Überwindung interkultureller Missverständnisse) erforderlich;
- Aufbau gut etablierter Forschungsnetzwerke (z.B. auf europäischer Ebene).

- **Stärkere institutionelle und finanzielle Unterstützung:**

- Umfangreichere und längerfristige finanzielle Unterstützung der Ökosystemforschung: Die Ökosystemforschung braucht aus Sicht der Forschenden zu ihrer weiteren Entfaltung insbesondere mit Blick auf ihren integrativen und damit komplexen und anspruchsvollen Auftrag mehr und insbesondere längerfristig zuverlässig fließende Finanzmittel. Gerade der interdisziplinäre Erfahrungsaustausch braucht Zeit und ist bei immer kürzer werdenden Projektlaufzeiten häufig nicht mehr realisierbar. Von den Geldgebern wird vor diesem Hintergrund mehr Mut zur Bewilligung auch langfristiger (und internationaler) Projekte gewünscht. Dieser Ansicht konträr werden von der Anwenderseite kürzere, schnellere und kompaktere Vorhaben gewünscht, damit schneller adäquate Antworten auf aktuelle Fragen- und Problemstellungen der Praxis zur Verfügung stehen. Lange Laufzeiten von Ökosystemforschungsvorhaben führen häufig dazu, dass die Forschung alsbald an den rechtlich wirklich wichtigen Herausforderungen vorbeigeht (so lagen beispielsweise die Forschungsergebnisse zu Waldschäden zu einem Zeitpunkt vor, als das Thema in der Öffentlichkeit bereits deutlich an Aktualität verloren hatte). Sinnvoll im Hinblick auf Langfristigkeit erscheint den Anwendern vielmehr:
 - ❖ die Ergänzung einzelner abgeschlossener Vorhaben um eine fortdauernde Umweltbeobachtung,
 - ❖ eine stärkere Anknüpfung neuer Vorhaben an in der Vergangenheit abgeschlossene Vorhaben, um eine gezielte Aktualisierung von deren Ergebnissen zu ermöglichen;
- höhere Flexibilität bei der Finanzmittelvergabe: Ökosystemforschungsvorhaben sind aufgrund ihres komplexen Forschungsauftrags und der zahlreichen am Vorhaben Beteiligten häufig auch bei guter Projektplanung und -steuerung „unberechenbar“ in ihrer Entwicklung. Dies zieht mitunter notwendigerweise die organisatorische und inhaltliche Umstrukturierung während der Projektlaufzeit nach sich. Die Geldgeber sollten bezüglich solcher Umorientierungen und Umstrukturierungen eine höhere Flexibilität an den Tag legen, mehr Vertrauen in die Kompetenz der Forschenden setzen, der wissenschaftlichen Arbeit einen größeren Freiraum einräumen und damit eine zielgerichtete Weiterent-

einen größeren Freiraum einräumen und damit eine zielgerichtete Weiterentwicklung der Vorhabens unterstützen;

- umfangreichere institutionelle Unterstützung der Ökosystemforschung: In Anbetracht der großen räumlichen Heterogenität und der unterschiedlichen anthropogenen Belastung der Ökosysteme (dies gilt in besonderem Maße für Deutschland) bedarf es der Einrichtung weiterer interfakultativer Kompetenzzentren mit entsprechender Ausstattung.

- **inhaltliche Perspektiven:**

Neben diesen eher organisatorischen und strategischen Verbesserungswünschen gibt es zahlreiche Anregungen und Wünsche für die weitere inhaltliche Ausgestaltung der Ökosystemforschung. Der Forschungsbedarf lässt sich dabei im Wesentlichen aus den Ergebnissen und Erfahrungen noch laufender oder bereits abgeschlossener Ökosystemforschungsvorhaben ableiten.

Im Grundsatz wünschen sich sowohl Forscher als auch Anwender einen engeren wechselseitigen Austausch, auch eine stärkere Einbindung von Landnutzern und ihren Wissenschaften und damit eine stärkere Orientierung der Ökosystemforschung an anwendungsbezogenen Themen. Zugleich wird aber von Forscherseite her betont, dass weiterhin die Freiheit bestehen sollte, auch ohne Anwendungsdruck von Außen grundlegende Themen zu bearbeiten, denn nur dann wird es möglich sein, auch bislang ungelöste theoretische Fragestellungen zu bearbeiten, die ggf. wichtige Perspektiven für eine Anwendung in fernerer Zukunft eröffnen.

Als wesentlich wird ferner die Initiierung und Bearbeitung von Projekten erachtet, die sich globalen Zusammenhängen widmen.

Die Frage nach einer stärkeren Orientierung oder Loslösung der Forschung an oder von der aktuellen umweltpolitischen Diskussion wird von Forschern und Anwendern unterschiedlich verstanden. Auf Forscherseite werden durch eine zu enge Fokussierung an den aktuellen Umweltproblemen offensichtlich eine zu starke Einengung der wissenschaftlichen Freiheiten und eine zu starke Kurzfristigkeit der Forschungsaufträge befürchtet, da die umweltpolitische und gesellschaftliche Gewichtung von Umweltproblemen einem schnellen Wandel unterworfen sein kann. Demgegenüber wünschen sich die Anwender eine grundsätzlich stärkere Orientierung der Forschung an diesen Themen, da diese selbstverständlich ihre jeweiligen Arbeitsaufträge stark prägen und sie sich zur Bewältigung derselben Beiträge aus der Ökosystemforschung wünschen.

Spezielle Wünsche für zukünftige inhaltliche Schwerpunkte betreffen:

- die Weiterentwicklung im Bereich der Indikatorenfindung insbesondere zur Indizierung von Ökosystemfunktionen (Welche einfach zu messenden Kenngrößen erlauben eine Ableitung von Ökosystemfunktionen? Auf welchen räumlichen und zeitlichen Skalen sind sie sinnvoll einzusetzen und mit welchen Fehlern sind sie behaftet?);
- die Fortentwicklung der Arbeiten im Bereich der Critical Loads und Critical Levels (so besteht bei der Quantifizierung von kritischen Belastungsraten für Waldökosysteme im Zusammenhang mit der Deposition von Luftschadstoffen nach wie vor Forschungsbedarf. Hier stellen sich Fragen wie: Welche konzeptionellen Ansätze (Steady State Massenbilanz, empirische Modelle, dynamische Modelle) sind geeignet? Welche Zielparameter sind sinnvoll und wie können diese regional berechnet werden?);

- die Rolle der Vegetation und insbesondere der Böden im globalen C- und N-Kreislauf; damit eng verknüpft sind besonders folgende Fragen: Wie lassen sich Senken im Ökosystem quantifizieren, manipulieren und prognostizieren? Welche Auswirkungen haben erhöhte CO₂-Gehalte der Atmosphäre auf Ökosystemfunktionen?);
- die Fortsetzung bzw. Intensivierung der Forschung im Bereich der Klimafolgenforschung (z.B. welche Auswirkungen haben sowohl schleichende Klimaveränderungen als auch Klimaextreme auf die Ökosysteme - auf die hydrologischen Bedingungen, die Vegetation und die Tierpopulationen? Welche Konsequenzen hat das Zusammenwirken von Klimawandel und stofflichen Veränderungen wie z.B. zunehmende N-Deposition für die Ökosysteme?);
- die Aufklärung der Bedeutung von Biodiversität für die Funktion von Ökosystemen (Wie verändern sich Artenzusammensetzungen, Strukturen und funktionelle Gruppen und welche Konsequenzen hat dies für die Ökosysteme? Wie reagieren Arten auf veränderte Flüsse und wie wiederum beeinflussen sie diese?);
- die Erweiterung der Kenntnisse im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung von agrarisch geprägten Regionen, intensiv beanspruchten Siedlungs- und Verkehrsräumen sowie tropischen Ökosystemen;
- die Vertiefung der Untersuchungen zur Desertifikationsproblematik;
- die Erzielung weiterführender Kenntnisse zu Verlagerung, Transformation, Akkumulation und Abbau von Stoffen in Umweltmedien (für Deutschland besteht der Wunsch nach einer stärkeren Verknüpfung der Ökosystemforschung mit den Aufgaben der Umweltprobenbank).

Aus Anwendersicht sollte in Zukunft insbesondere eine engere Verknüpfung der Ökosystemforschung mit rechtsnormativen Vorgaben gesucht werden. Das bedeutet, die Ökosystemforschung sollte u.a. Beiträge liefern:

- zur Definition von Schutzgütern,
- zur Präzisierung des Risiko- und Gefahrenbegriffs,
- zur Bestimmung von Umweltzielen (Umweltqualitätszielen und -standards),
- zur Frage der Gewichtung von Umweltbelangen und -problemen,
- zur Lösung von Prognoseproblemen.

Ein sinnvolles Instrumentarium, das für die Anwender aus der Ökosystemforschung resultieren könnte, wären frei zugängliche Kartenwerke mit räumlich zugeordneten, ökologisch relevanten Datenbeständen.

Mit Blick auf die methodische Weiterentwicklung der Ökosystemforschung betont eine große Zahl der Befragten sowohl von Forscher- als auch Anwenderseite eine stärkere Betonung der Erarbeitung praxistauglicher Methoden und Instrumente. Ein Schwerpunkt wird dabei auf die Entwicklung zahlreicherer und leicht handhabbarer Modelle gelegt. So sollen insbesondere:

- Modellsysteme auf verschiedenen Skalenebenen entwickelt und validiert werden;
- die Sensitivitätsanalyse von Modellen verbessert werden;
- die vorhandenen Modelle systematisch auf ihren Vorhersage- und Genauigkeitsbereich getestet werden. Dies gilt im Grundsatz für alle Modellklassen, in besonderer Weise jedoch für komplexe Modelle, die eine größere Zahl von Prozessen abbilden sollen; die Konsequenzen der Unschärfen bei der Prozessparametrisierung und den Umweltbedin-

gungen müssen stärker als bisher bei Prognosen berücksichtigt und ausgewiesen werden;

- Verknüpfungen zwischen bestehenden (sektoralen) Modellen geschaffen werden (um z.B. eine systemadäquate Abbildung des Stofftransports und der -transformation zu ermöglichen);
- die Bedingungen für eine Abbildung der dynamischen Eigenschaften von Ökosystemen verbessert werden.

Daneben gibt es den Wunsch nach

- einer engeren Verknüpfung zwischen Labor- und Feldstudien von ökosystemaren Schlüsselprozessen und bei der Untersuchung wirkungsbezogener Schwellen;
- der Wahl strengerer statistischer Versuchsanordnungen, die dem statistischen Charakter der Umweltgesetzmäßigkeiten stärker entsprechen,
- die Weiterentwicklung von Visualisierungsmethoden (u.a. zur Abbildung dynamisierter Verfahren z.B. zur Darstellung von Wachstumsprozessen oder Jahreszeitenwechseln);
- der systematischen Nutzung von Satellitendaten,
- einer Erweiterung der technischen und methodischen Möglichkeiten für die Arbeit in Regionen mit geringer Datenverfügbarkeit (low data – high output) sowie
- einen breiteren Einsatz von nur wenig destruktiven Techniken für die integrierte Ökosystemforschung (womit auch eine Überführung der Ökosystemforschung in eine langfristige Umweltbeobachtung vorbereitet werden könnte).

• **Räumliche Ausweitung der Ökosystemforschung:**

Grundsätzlich wird die Einbeziehung weiterer Ökosystemtypen in die Ökosystemforschung gewünscht, um eine höhere Repräsentanz der Forschungsergebnisse erzielen zu können. Während über Ökosysteme der gemäßigten Zone inzwischen eine Vielzahl von Studien vorliegt, werden große Wissens- und Forschungsdefizite insbesondere hinsichtlich der Funktion von Ökosystemen in Entwicklungs- und Schwellenländern, insbesondere in den Tropen und Subtropen gesehen. In diesen Regionen herrscht ein - im Vergleich zur gemäßigten Zone - eklatantes Missverhältnis zwischen der Kenntnis über die Ökosysteme und den gravierenden Problemen, die mit Änderungen der Landnutzung einhergehen.

Ferner wird für die Ökosystemforschung der Zukunft neben der Bearbeitung einzelner Ökosystemtypen auch eine stärkere Beachtung von Ökosystemkomplexen bzw. Landschaften für wünschenswert erachtet.

• **Verbesserungen in der Außendarstellung und Kommunikation:**

Von Anwenderseite wird grundsätzlich eine bessere und allgemein verständlichere Synthese der Forschungsergebnisse für die Zukunft erwünscht. Nur so kann das oben mehrfach angesprochene Transformationsproblem einer Lösung näher gebracht werden. Es besteht Einigkeit darüber, dass zur Umsetzung dieses Anspruchs spezielle Gelder zur Verfügung gestellt werden müssen.

Zwischen Ökosystemforschern und Anwendern sollten gezielt Brücken geschlagen werden:

- Der Kontakt könnte in Kompetenzzentren institutionalisiert werden.
- Es könnte daran gedacht werden, gemeinsame praxisbezogene Projekte unter Beteiligung von Forschern und Anwendern zu initiieren.

- Von der Ökosystemforschung könnten im Internet interaktive Szenarien angeboten werden, deren Rahmenbedingungen die Anwender mitgestalten und deren Ergebnisse sie bewerten können.
- Die Ökosystemforschungseinrichtungen könnten vermehrt Kooperationsverträge mit staatlichen und kommunalen Einrichtungen oder Firmen abschließen und Dienstleistungen für diese anbieten (z.B. laufende Kooperation des Ökologie-Zentrums Kiel mit dem Landesamt für Natur und Umwelt in Schleswig-Holstein).
- Gründung einer Zeitschrift, die als Plattform explizit den Austausch zwischen Ökosystemforschern und Anwendern zum Gegenstand macht.

MATERIALIEN 5: PROGRAMM ZUM WORKSHOP

Übersicht:

5.1	Ablauf des Workshops.....	78
5.2	Struktur der Arbeitsgruppen	799

5.1 Ablauf des Workshops

Dienstag, 22. Oktober

09:00-13:00 Ankunft in Kiel und Transfer nach Salza

13:00-14:00 Mittagessen

14:00-14:30 Begrüßung

Vortragsblock 1: Einführung in die Thematik

14:30-15:00 P. Müller (Saarbrücken)& O. Fränze (Kiel): 25 Jahre Ökosystemforschung in Deutschland - Erwartungen, Ergebnisse und Entwicklungen

15:00-15:30 W. Haber (Freising-Weihenstephan): Das Ökosystem - Macht eines metaphysischen Konstrukts

15:30-16:00 Diskussion

16:00-16:30 Kaffeepause

Vortragsblock 2: Konzepte und Ergebnisse

16:30-17:00 S.E. Jørgensen (Kopenhagen): Ökosystemtheorie und ökosystemare Modelle in Bezug auf holistisches Umweltmanagement

17:00-17:30 C.Gätje (Tönning) & T. Höpner (Oldenburg): Ökosystemforschung im deutschen Wattenmeer - Konzepte, Ergebnisse und Anwendungen

17:30-18:00 F. Beese (Göttingen)& E. Matzner (Bayreuth): Waldökosysteme in Deutschland - Konzepte, Ergebnisse und Anwendungen

18:00-19:00 Diskussion

19:30-20:00 Get Together

20:00-23:00 Abendessen

Mittwoch, 23. Oktober

07:30-08:30 Frühstück

Vortragsblock 3: Konsequenzen und Anwendungen

08:30-08:50 H. Korn (Vilm): Der Ökosystem-Ansatz der Biodiversitätskonvention

08:50-09:10 G. Petschel-Held (Potsdam): Das Millennium-Assessment als Grundlage einer ökosystemaren Umweltbeobachtung

09:10-09:30 P. D. Hansen (Berlin): Bewertung des Ökosystemzustands anhand des Ecosystem-Health- Konzepts: Möglichkeiten und Begrenzungen von Ansätzen

09:30-10:00 Diskussion und Vorbereitung der Arbeitsgruppen

10:00-12:30 Arbeitsgruppen, 1. Block Impulsreferate, Zielfestlegung, Organisation

12:30-14:00 Mittagessen

14:00-16:00 Arbeitsgruppen, 2. Block Poster, Statements, Diskussionen

16:00-16:30 Kaffeepause

16:30-18:30 Arbeitsgruppen, 3. Block Poster, Statements, Diskussionen

Vortragsblock 4: Internationale Erfahrungen

- 19:00-19:30 H. Regier (Toronto, Kanada): Grundlagen des Umweltschutzes - Ökologische Integrität
- 19:30-20:00 J. Gosz (Albuquerque, USA): Erfahrungen aus der Arbeit der „International Long-Term Ecological Research Initiative“
- 20:00-23:00 Tagungsfeier mit Buffet und „Salzauer“ Musik - "Piffari"

Donnerstag, 24. Oktober

- 07:30-08:30 Frühstück
- 08:30-10:00 Parallel ablaufend:

Arbeitsgruppen, 4. Block: Vorbereitung der Ergebnisberichte

Vortragsblock 5: Angewandte Systemökologie

H.Franz (Berchtesgaden): Alpine Ökosystemforschung unter Einbeziehung ökologischer und sozialer Prozesse

- 10:00-10:30 Kaffeepause
- 10:30-12:00 Abschlusssitzung: Ergebnispräsentation der Arbeitsgruppen
- 12:00-13:00 Abschlusdiskussion
- 13:00-15:00 Abreise/Transfer nach Kiel

5.2 Struktur der Arbeitsgruppen**Arbeitsgruppe A: Konzeptionelle, methodische und strategische Erfahrungen und Probleme in der Ökosystemforschung**

- “AG-Leiter”: J.C. Munch
- “Rapporteur”: M. Hauhs
- “Impulsreferent”: J. Filser
- “Koordinator”: M. Bredemeier

Arbeitsgruppe B: Ökosystemforschung und Ökosystemmanagement – Leitlinien für eine integrative Umweltpraxis

- “AG-Leiter”: F. Beese
- “Rapporteur”: H. Regier
- “Impulsreferent”: W. Windhorst
- “Koordinator”: J. Barkmann

Arbeitsgruppe C: Erfahrungen und Probleme aus der Ökosystemforschung in der Anwendung, Anforderungen aus Politik und Planung

- “AG-Leiter”: K. Dierssen
- “Rapporteur”: T. Höpner
- “Impulsreferenten”: B. Hain & K. Tobias
- “Koordinator”: K. Schönthaler

Arbeitsgruppe D: Zukunft der Ökosystemforschung

- “AG-Leiter”: E. Matzner
- “Rapporteur”: H. Wiggering
- “Impulsreferent”: F. Müller
- “Koordinator”: F. Müller

MATERIALIEN 6: TEILNEHMER DES WORKSHOPS

Dr. Karl – Friedrich Albrecht
Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften
Institut für allg. Ökologie, TU Dresden
Postfach 11 17, 01735 Tharandt
Tel.: 035203 / 38 31 309
Fax: 035203 / 38 31 266
e-mail: albrecht@forst.tu-dresden.de

Stefan Balla
Bosch & Partner GmbH
Schaeferstr.18, 44623 Herne
Tel.: 02323 / 94629 11
Fax: 02323 / 94629 20
e-mail: s.balla@bosch-partnergmbh.de

Dr. Jan Barkmann
Universität Göttingen, Interdisziplinäres Zentrum
für Nachhaltige Entwicklung & Institut für Fachdidaktik - Didaktik
der Biologie
Waldweg 26, 37073 Göttingen
Tel.: 0551 / 39 14015
Fax: 0551 / 39 9204
e-mail: jbarkma@gwdg.de

Dr. habil Olaf Bastian
Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig
Neustädter Markt 19, 01097 Dresden
Tel.: 0351 / 81 416- 806
Fax: 0351 / 81 416- 820
e-mail: olaf.bastia@mailbox.tu.dresden.de

Prof. Dr. Friedrich Beese
Institut für Bodenkunde und Waldernährung
Büsgenweg 2, 37077 Göttingen
Tel.: 0551 / 39- 9765
Fax: 0551 / 39- 3310
e-mail: fbeese@gwdg.de

Prof. Dr. Giuseppe Bendoricchio
University of Padova – DPCI
Via Marzolo 9, 35100 Padova, Italy
Tel.: 0039 049 827 5526
Fax: 0039 049 827 5528
e-mail: gbndo@unipd.it

Dr. Uta Berger
Zentrum für Marine Tropenökologie
Fahrenheitstraße 6, 28359 Bremen
Tel.: 0421 / 238 0053
Fax: 0421 / 238 0030
e-mail: uberger@zmt.uni-bremen.de

Dr. Michael Bredemeier
Forschungszentrum Waldökosysteme der Universität Göttingen
Büsgenweg 1, 37077 Göttingen
Tel.: 0551 / 39 98 40
Fax: 0551 / 39 97 62
e-mail: mbredem@gwdg.de

Benjamin Burkhard
Ökologiezentrum Kiel der Universität Kiel
Schauenburgerstr 112, 24118 Kiel
Tel.: 0431 / 880 4313
Fax: 0431 / 880 4083
E-Mail: benjamin@ecology.uni-kiel.de

Karoline Caesar
Ökologie-Zentrum der Universität Kiel
Schauenburger Straße 112, 24118 Kiel
Tel.: 0431 / 880-3251
Fax: 0431 / 880 4083
e-mail: karoline@ecology.uni-kiel.de

Prof. Dr. Franciscus Colijn
GKSS Institut für Küstenforschung
Max Planck Straße 1, 21502 Geesthacht
Tel.: 04152 / 87 15 33
Fax: 04152 / 87 20 20
e-mail: coljin@gkss.de

Prof. Dr. Klaus Dierßen
Ökologie-Zentrum der Universität Kiel
Schauenburger Straße 112, 24118 Kiel
Tel.: 0431 / 880 4030
Fax: 0431 / 880 4083
e-mail: klausd@ecology.uni-kiel.de

Dr. Oliver Dilly
Ökologie-Zentrum der Universität Kiel
Schauenburger Straße 112, 24118 Kiel
Tel.: 0431 / 880 4030
Fax: 0431 / 880 4083
e-mail: oliver@ecology.uni-kiel.de

Peter Dornbusch
Biosphärenreservatsverwaltung
Kapenmühle Postfach 13 82, 06813 Dessau
Tel.: 034904 / 42 10
Fax: 034904 / 42 121
e-mail: bioresme@t-online.de

Matthias Drösler
Institut für Pflanzenökologie
Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth
Tel.: 08161/3386
Fax: 08161/3386
e-mail: m.droesler@gmx.de

Prof. Dr. Gert E. Dudel
Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften
Institut für allg. Ökologie, TU Dresden
Pienner Straße 8, 01737 Tharandt
Tel.: 035203 / 383 13 91
Fax: 035203 / 383 13 99
e-mail: dudel@forst.tu-dresden.de

Dr. Hubert Farke
Nationalparkverwaltung Nieders. Wattenmeer
Virchowstr. 1, 26382 Wilhelmshaven
Tel.: 04421 / 91 12 81
Fax: 04421 / 91 12 80
e-mail: hubert.farke@br-we-whv.niedersachsen.de

Prof. Dr. Juliane Filser
UFT Ökologie, Universität Bremen
Leobener Str., 28359 Bremen
Tel.: 0421 / 218 3026
Fax: 0421 / 218 7654
e-mail: filser@uni-bremen.de

Prof. Dr. Otto Fränzle
Geographisches Institut der Universität Kiel
Olshausenstr. 40, 24118 Kiel
Tel.: 0431 / 880 2950
Fax: 0341 / 880 4658
e-mail: fraenzle@geographie-uni-kiel.de

Helmut Franz
Nationalpark Berchtesgaden
Doktorberg 6, 83471 Berchtesgaden
Tel.: 08652 / 96 86 153
Fax: 08652 / 96 86 140
e-mail: H.Franz@nationalpark-berchtesgaden.de

Dr. Andreas von Gadow
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Heinrich von Stephan-Str.1, 53048 Bonn
Tel.: 0228 / 305 2660
Fax: 0228 / 305 2695
e-mail: andreas.vonGadow@bmu.bund.de

Prof. Dr. James Gosz
Department of Biology
Address: University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, USA
e-mail: jgosz@lternet.edu

Dr. Christiane Gätje
Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer
Schloßgarten 1, 25832 Tönning
Tel.: 04861 / 616- 45
Fax: 04861 / 616- 69
e-mail: gaetje@nationalparkamt.de

Dr. Volker Grimm
UFZ Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Sektion Ökosystemanalyse
Postfach 500 136, 04301 Leipzig
Tel.: 0341 / 235 2903
Fax: 0341 / 235 3500
e-mail: vogri@oesa.ufz.de

Prof. Dr. Dr. hc Wolfgang Haber
Lehrstuhl für Landschaftsökologie der TU München in Weihenstephan
Am Hochanger 6, 85350 Freising
Tel.: 08164 / 71 41 40
Fax: 08161 / 71 44 27
e-mail: wethaber@aol.com

Dr. Benno Hain
Umweltbundesamt
Bismarkplatz 1, 14191 Berlin
Tel.: 030 / 89 03 28 36
Fax: 030 / 89 03 21 30
e-mail: benno.hain@uba.de

Prof. Dr. Peter-Diedrich Hansen
TU Berlin
Kepplerstr.4-6, 10589 Berlin
Tel.: 030 / 31 42 14 63 oder 0171 / 53 90 474
Fax: 030 / 83 18 113
e-mail: pd.hansen@tu-berlin.de

Prof. Dr. Michael Hauhs
BITÖK, Ökologische Modellbildung, Universität Bayreuth
Dr.-Hans-Frisch-Str. 1-3, 95448 Bayreuth
Tel.: 0921 / 55 5650
Fax: 0921 / 55 5799
e-mail: michael.hauhs@biotek.uni-bayreuth.de

Prof. Dr. Thomas Höpner
ICBM, Universität Oldenburg
Schneideweg 101, 26127 Oldenburg
Tel.: 0441 / 30 17 78
Fax: 0441 / 30 46 903
e-mail: thomas.hoepner@icbm.de

Daniel Hoffmann
Institut für Biogeographie, Universität Trier
Auf der Haide 17, 24306 Niederklevez
Tel.: 0431 / 68 31 08
Fax: 0431 / 64 75 966
e-mail: hoffmann@uni-trier.de

Dr. Regina Hoffmann-Kroll
Statistisches Bundesamt
Gustav-Stresemann-Ring 11, 65180 Wiesbaden
Tel.: 0611 / 75 26 76
Fax: 0611 / 75 39 71
e-mail: regina.hoffmann-kroll@destatis.de

Prof. Dr. Beate Jessel
Lehrstuhl für Landschaftsplanung, Universität Potsdam
Postfach 60 15 53, 14415 Potsdam
Tel.: 0331 / 977 2116
Fax: 0331 / 977 2068
e-mail: jessel@rz.uni-potsdam.de

Prof. Dr. Sven Erik Jørgensen
DHF, Env. Chemistry
University Park 2, 2100 Copenhagen, Danmark
Fax: 0045 35 30 60 13
e-mail: sej@dfh.dk

Folkert de Jong
CWSS
Virchowstraße 1, 26382 Wilhelmshaven
Tel.: 04421 91 08 13
Fax: 04421 91 08 30
e-mail: dejong@waddensea-secretariat.org

Dr. Galina Koptsik
Soil Science Faculty, Moscow State University
Vorob`evy Gory, Postal Code, City 119899, Moscow, Russia
Tel.: 70 9593 93573
Fax: 70 9593 91716
e-mail: koptsik@soil.msu.ru

Dr. Serguei Koptsik
Faculty of Physics, Moscow State University
Moscow 119892, Russia
Tel.: 70 9514 37141
Fax: 70 9593 95907
e-mail: koptsik@skop.phys.msu.su

Dr. habil Horst Korn
Bundesamt für Naturschutz
18581 Putbus
Tel.: 03831 / 86 130
Fax: 03831 / 86 150
e-mail: horst.korn@bfn.de

Prof. Dr. Egbert Matzner
BITÖK, Bodenökologie, Universität Bayreuth
Dr.-Hans-Frisch-Str.1-3, 95448 Bayreuth
Tel.: 0921 / 55- 5610
Fax: 0921 / 55- 5799
e-mail: egbert.matzner@bitoek.uni-bayreuth.de

Dr. Felix Müller
Ökologie-Zentrum der Universität Kiel
Schauenburger Straße 112, 24118 Kiel
Tel.: 0431 / 880 3251
Fax: 0431 / 880 4083
e-mail: felix@ecology.uni-kiel.de

Prof. Dr. Jean Charles Munch
GSF- Forschungszentrum Neuherberg, Inst. Für Bodenökologie
Ingolstätter Landstr. 1, 85758 Neuherberg
Tel.: 089 / 3187 4064
Fax: 089 / 3197 2800
e-mail: munch@gsf.de

Pascale Annette Nauke
Lehrstuhl Pflanzenphysiologie Universität Bayreuth
Universitätsstr. 30, 95440 Bayreuth
Tel.: 0921 / 55 26 38
Fax: 0921 / 55 26 42
e-mail: pascale.nauke@uni-bayreuth.de

Dr. Gerhard Petschel-Held
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
Telegrafenberg A31, 14473 Potsdam
Tel.: 0331 / 28 82 513
Fax: 0331 / 28 82 648
e-mail: gerhard@pik-potsdam.de

Andreas Printz
TU München, Lehrstuhl für Landschaftsökologie
Am Hochanger 6, 85954 Freising
Tel.: 08161 / 71 3714
Fax: 08161 / 71 4427
e-mail: aprintz@web.de

Prof. Dr. Henry Regier
University of Toronto
10 Ernst Street, Elmira, Ontario, N3B 1K5, Canada
Tel.: 51 966 695552
Fax: 51 966 91569
e-mail: hregier@fes.uwaterloo.ca

Dr. Dietrich Rosenkranz
Umweltbundesamt
Bismarck Platz 1, 14193 Berlin
Tel.: 030 / 8930 2535
Fax: 030 / 8930 2965
e-mail: dietrich-rosenkranz@uba.de

Dr. Claus Schimming
Ökologie-Zentrum der Universität Kiel
Schauenburger Straße 112, 24118 Kiel
Tel.: 0431 / 880 4030
Fax: 0431 / 880 4083
e-mail: claus-s@ecology.uni-kiel.de

Konstanze Schönthaler
Bosch & Partner GmbH
Josephspitalstr. 7, 80331 München
Tel.: 089 / 235558-51, 08161/3386
Fax: 089 / 235558 40
e-mail: k.schoenthaler@bosch&partnergmbh.de

Prof. Dr. Winfried Schröder
Institut für Umweltwissenschaften
Hochschule Vechta
Postfach 1553, 49364 Vechta
Tel.: 04441 / 15 559
Fax: 04441 / 15 464
e-mail: wschroeder@iuw.uni-vechta.de

Prof. Dr. Kai Tobias
Universität Kaiserslautern
Postfach 3043, 67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631 / 205- 2754
Fax: 0631 / 205- 3624
e-mail: tobias@rhrk.uni-kl.de

Gabriele Twistel
Umweltbundesamt
Bismarck Platz 1, 14193 Berlin
Tel.: 030 / 8930 2758
Fax: 030 / 8930 2965
e-mail: gabriele.twistel@uba.de

Prof. Dr. Mindaugas Venslauskas
Vytautas Magnus University (VDU)
str. Donelaicio 58, 3000 Kaunas, Lithauen
Tel.: 3707 451363
Fax: 3707 203858
e-mail: mive@gmf.vdu.lt

Prof. Dr. Hubert Wiggering
ZALF e.V. Müncheberg
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg
Tel.: 033432 / 82-200
Fax: 033432 / 82-223
e-mail: wiggering@zalf.de

Dr. Wilhelm Windhorst
Ökologie-Zentrum der Universität Kiel
Schauenburger Straße 112, 24118 Kiel
Tel.: 0431 / 880 4386
Fax: 0431 / 880 4083
e-mail: wilhelm@ecology.uni-kiel.de

Dr. Peter Zander
ZALF-SO
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg
Tel.: 033432 / 82 214
Fax: 033432 / 82 308
e-mail: PZander@zalf.de

Anne Zemmrich
Botanisches Institut der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Grimmer Str. 88, 17487 Greifswald
Tel.: 03834 / 86 4190
Fax: 03834 / 86 4187
e-mail: zemmrich@uni-greifswald.de

Prof. Dr. Reinhard Zölitz-Möller
Geographisches Institut der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
F.-L.- Jahn-Str.16, 17489 Greifswald
Tel.: 03834 / 86 4500
Fax: 03834 / 86 4501
e-mail: Zoelitz@uni-greifswald.de

MATERIALIEN 7: THESENPAPIER ZUM WORKSHOP

Übersicht:

7.1	Die Thesen	88
7.2	Die Fragen	97

7.1 Die Thesen

These 1: Anspruch und Finanzierbarkeit der Ökosystemforschung

Seit etwa fünf Jahrzehnten wird Ökosystemforschung mit einem doppelten Anspruch betrieben:

- (i) Auf einer grundlagen-orientierten Ebene wird nach übergreifenden Prinzipien gefragt, die ein Verständnis des Zusammenwirkens von Organismen und unbelebter Umwelt gestatten;
- (ii) auf einer angewandten Ebene dient Ökosystemforschung der Verbesserung der Prognosemöglichkeiten von Veränderungen ökologischer Systeme, ausgelöst durch anthropogen und nicht-anthropogen verursachte Einflussfaktoren.

Eine fruchtbare Weiterentwicklung war stets vom gegenseitigen Bezug der beiden Pole gekennzeichnet.

Die Motivation zur Ökosystemforschung basierte auf der Erkenntnis, dass die Analyse einfacher linearer Wirkungsketten für die Betrachtung komplexer (und individuell reagierender) Systeme und Phänomene nicht ausreichend sein kann. Ihr Hauptanliegen besteht daher in der Erarbeitung integrativer Sichtweisen bei der Betrachtung von Ökosystemen und in der Förderung vernetzten Denkens und Handelns, indem sie

- sich der Untersuchung und Modellierung nicht-linear reagierender Systeme widmet,
- sich neben den unmittelbaren auch für die indirekten, räumlich verlagerten und chronischen Konsequenzen von Umweltveränderungen interessiert,
- anerkennt, dass Fernwirkungen oft bedeutsamer als Nahwirkungen sein können,
- komplexe (multiple) Rückkoppelungsmechanismen, die zu Charakteristika wie Selbstorganisation, Emergenz und Hierarchie führen, in ihre Betrachtungen mit einbezieht und
- ökologische Systeme unter den Gesichtspunkten von Stabilität, Instabilität, Katastrophe und Irreversibilität untersucht.

Mit diesem integrativen Anspruch besteht die Ökosystemforschung nicht nur in einer (additiven) Zusammenschau der verschiedenen beteiligten Naturwissenschaften (wie Physik, Chemie, Biologie und Geowissenschaften) und Sozialwissenschaften, sondern reicht in ihrer Erkenntnis über diese hinaus. Sie erfährt durch einen sektorübergreifenden Ansatz eine Erweiterung ihres Untersuchungsgegenstandes und der Untersuchungsansätze. Dies bringt es mit sich, dass der Sachmittel- und der Personalaufwand der Ökosystemforschung vergleichsweise hoch sind.

These:

- ⇒ Die Ökosystemforschung hat das integrative Denken im Zusammenhang mit der Analyse von Mensch-Umweltsystemen gefördert.

- ⇒ Trotz des immanent hohen Aufwandes ist die Ökosystemforschung dennoch effizient und ökonomisch, da die in den Vorhaben erhobenen Daten deutlich umfassender genutzt und interpretiert werden können. Zudem kann nur anhand integrativ erhobener und ausgewerteter Datensätze abgeschätzt werden, in welchen Teilbereichen weniger umfassende, sektoral orientierte Untersuchungen gerechtfertigt sind.

These 2: Handlungsrelevanz angewandter Ökosystemforschung

Neben der grundsätzlichen Förderung des Verständnisses von Umweltproblemen in der Öffentlichkeit hat die Ökosystemforschung beträchtlich zur Herausbildung moderner Naturschutzstrategien beigetragen. Diese führten z.B. zur Einrichtung von Großschutzgebieten, in denen zumindest in Teilgebieten der Schutz natürlicher Prozessdynamiken im Vordergrund steht. Von der Ökosystemforschung wurden auch wissenschaftliche Grundlagen zur Konzipierung von Schutz- und Managementmaßnahmen geliefert. Hierzu gehören beispielsweise Erkenntnisse zur Schadstoffausbreitung und zu Schadschwellen, die zur Implementierung des Vorsorgeprinzips und zu konkreten (nationalen und internationalen) Aktivitäten u.a. in den Bereichen Luftreinhaltung (wie z.B. UN/ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution 1979, Göteborg-Protokoll 1999) sowie Boden- und Gewässerschutz (wie z.B. die Europäische Wasserrahmenrichtlinie) geführt haben.

Der Einfluss der Ökosystemforschung ist jedoch eher implizit, theoretisch und indirekt. Das bedeutet, die Ergebnisse der Ökosystemforschung führ(t)en zu „kollektiven“ Effekten, z.B. zur Akzeptanz bestimmter Ideen und Zielsetzungen in Gesellschaft und Politik. Hierzu gehören u.a. die Verbreitung des Nachhaltigkeitsgedankens, die Stärkung des Bewusstseins um die Notwendigkeit ressortübergreifender und systemarer Ansätze im Umweltschutz sowie die wachsende Erkenntnisbereitschaft über die möglichen Konsequenzen von Umweltnutzungen. Der Ökosystemforschung ist es aber bislang - von Teilbeiträgen abgesehen – nicht gelungen, umfassende und allgemeingültige Antworten auf Managementfragen zu geben.

Die Gründe hierfür liegen einerseits in der fehlenden Rezeption wissenschaftlicher Erkenntnisse durch die Anwender sowie in der Schwierigkeit für die Forscher zu erkennen, welche gesellschaftlich getragenen Managementziele sie ihren Untersuchungen zu Grunde legen sollen. Andererseits muss z.T. auch ein zu starker Konservatismus des Wissenschaftssystems als Ursache angeführt werden, der ein flexibles Eingehen auf die Fragestellungen und Anforderungen von Gesellschaft und Politik verhindert. Ferner spielt die Eigenart der untersuchten Systeme eine zentrale Rolle. Zwar existieren Grundprinzipien, nach denen Ökosysteme funktionieren, die Verallgemeinerung oder gar Übertragung von Erkenntnissen aus der Ökosystemforschung von den Untersuchungsgebieten auf andere Anwendungsräume ist i.d.R. aber nur mit so erheblichen Einschränkungen möglich, dass daraus entwickelte Managementvorgaben nicht rechtssicher und damit nicht oder nur unter großen Erschwernissen durchsetzbar sind.

These:

- ⇒ Die Potenziale der Ökosystemforschung, Veränderungen in der Politik, im Verwaltungshandeln und in der individuellen Handlungsentscheidung des Einzelnen auszulösen, müssen als noch lange nicht ausgeschöpft gelten.

- ⇒ Ein erfolgversprechendes Forschungsprogramm angewandter Ökosystemforschung arbeitet daher mit entscheidungsrelevanten, regional rückgekoppelten Szenarien, die je nach Systemtyp differenziert werden.

These 3: Beiträge der Ökosystemforschung zur Planungspraxis

Die systemare Perspektive, welche die Ökosystemforschung eröffnet hat, hat in der Planung dazu geführt, dass systemische Betrachtungen gegenüber einzelproblem-zentrierten Planungen an Bedeutung gewinnen. Auch Systeme mit großer räumlicher Ausdehnung werden analysiert und beplant. Die Ökosystemforschung gibt (Teil-)Antworten auf Fragen, die im planerischen Tagesgeschäft nicht zu bewältigen sind und unterstützt die planerische Tätigkeit in methodischer und technischer Hinsicht. Hierzu gehören beispielsweise die Verfügbarmachung von Grundlagendaten für die Untersuchungsgebiete der Ökosystemforschung und damit auch für die Planungsgebiete, die (Weiter-)Entwicklung methodischer Hilfen (z.B. Untersuchungsstrategien, Bewertungsvorgänge) und technischer Instrumente (wie z.B. Umwelthanwendungen von GIS, Nutzung der Fernerkundung für Landnutzungskartierungen oder Verfügbarmachung effektiver Systeme der Datenverwaltung und –exploration).

Diese Beiträge der Ökosystemforschung für die Umweltplanung können jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass

- die Ökosystemforschung zumeist eine Datenfülle erzeugt, die nur in Ausschnitten von der Umweltplanung tatsächlich genutzt werden kann;
- viele der in der Ökosystemforschung entwickelten methodischen und technischen Instrumente für die Planungspraxis nur bedingt einsetzbar sind, da im Rahmen der Forschung häufig deutlich umfangreichere Zeit- und Mittelkapazitäten zur Verfügung stehen, als dies für die Umweltplanung der Fall ist;
- viele der in der Ökosystemforschung entwickelten Verfahren und Methoden für den Einsatz in der Planung auch inhaltlich zu anspruchsvoll sind. So sind beispielsweise quantitative Analysen und Bewertungen in der Planungspraxis häufig nicht zu leisten bzw. nicht erforderlich. Vielmehr bedürfte es methodisch einfacherer Abschätzungen zur Erzeugung halb-quantitativer oder qualitativer Ergebnisse;
- sich die Ergebnisse der Ökosystemforschung auf zwangsläufig exemplarisch ausgewählte Forschungsflächen beziehen und sich nur unter Einschränkungen auf andere Räume und Systeme übertragen lassen. Für eine solche Übertragung kann i.d.R. die von den Auftraggebern von Planungen geforderte Rechtssicherheit jedoch nicht garantiert werden.

Ein erhebliches Problem besteht darin, dass die möglichen Beiträge der Ökosystemforschung für die Planung nur ungenügend kommuniziert werden, d.h. es an „Übersetzern“ fehlt, welche die Ergebnisse zusammenfassend und bewertend für die Anwender transformieren können. Eine solche Transformation ist i.d.R. nicht mehr Bestandteil des Forschungsvorhabens und wird in Wissenschaftlerkreisen auch nicht dem Aufwand und der Leistung gemäß honoriert. Die Beiträge der Ökosystemforschung bleiben infolgedessen zu abstrakt und letztendlich zu wenig umsetzungsorientiert;

These:

- ⇒ Um eine bessere Verwertung von Ergebnissen der Ökosystemforschung für die Planungspraxis zu ermöglichen, müssen Forschungsthemen und -räume sowie Methoden und Verfahren stärker am tatsächlichen Bedarf aus planerischer Sicht orientiert

werden. Dieser lässt sich aus den aktuellen oder für die Zukunft absehbaren Planungsaufgaben und den dazugehörigen Rechtsgrundlagen gezielt ableiten. Insgesamt bedarf es einer höheren Sensibilität der Ökosystemforschung für angewandte Fragen der Planungspraxis.

- ⇒ Die Ergebnisse der Ökosystemforschung müssen für die Anwender praxisgerechter verfügbar gemacht werden. Diese Anforderung ist auch von den Forschungsfördernden offensiver zu formulieren.

These 4: Ökosystemforschung zwischen Anwendungsorientierung und politischer Steuerung

Damit Ökosystemforschung die vielfältigen Ansprüche an die politik- und planungsrelevante Anwendbarkeit ihrer Forschungsergebnisse erfüllen kann, bedarf es einer engen Abstimmung einerseits zwischen Ökosystemforschung und den Planungsdisziplinen, andererseits zwischen Ökosystemforschung und Politik/Verwaltung. Die bisherige Praxis der Vergabe von Forschungsmitteln im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten entspricht diesen Anforderungen noch nicht. Ausschreibung und Vergabe sind an ein erwartetes Ergebnis geknüpft, das in der Regel konkrete Beiträge zur Lösung eines Umweltproblems liefern soll. Anwendungsorientierte Ökosystemforschung ist damit tendenziell sehr viel stärker politischer Lenkung unterworfen, als dies bei der grundlagenorientierten Forschung der Fall ist. Dieses Faktum soll hier nicht als solches kritisiert werden. Es soll stattdessen auf ein besonderes Problem anwendungsorientierter Ökosystemforschung sowie der mit der anwendungsorientierten Ökosystemforschung verbundenen Förderpraxis hingewiesen werden.

Aufgrund des komplexen Untersuchungsgegenstandes ist anwendungsorientierte Ökosystemforschung ein besonders von Überraschungen geprägtes Arbeitsfeld, das erhebliche Flexibilität in der Wahl der Forschungsansätze und Methoden erfordert. Dieser Anforderung an Flexibilität kann jedoch häufig von Geldgeberseite nicht gefolgt werden, was zu nicht hinnehmbaren – aber vermeidbaren – Einschränkungen der wissenschaftlichen Tätigkeit führt.

Diese Einschränkungen wären möglicherweise nicht ganz so schwerwiegend, wenn sich nicht seit mehreren Jahren ein dramatisches Ungleichgewicht der Förderpraxis im Vergleich zwischen anwendungs- und grundlagenorientierter Ökosystemforschung eingestellt hätte. Die vom Bundesforschungs- und vom Bundesumweltministerium finanzierten großen Ökosystemforschungsvorhaben haben in Deutschland keine Fortsetzung erfahren. Mit ihnen ist der größte Teil der grundlagenorientierten Ökosystemforschung in Deutschland beendet worden. Diese Situation ist nicht nur für die deutsche Ökosystemforschung insgesamt, sondern auch für deren anwendungsorientierten Teil nachteilig:

- Anwendungsorientierte Ökosystemforschung ist aufgrund ihres Gegenstandes auf eine leistungsfähige Grundlagenforschung angewiesen.
- Die extreme Mittelknappheit im Bereich der Grundlagenforschung führt dazu, dass grundlagenorientierte Arbeiten zunehmend unter der Überschrift angewandte Ökosystemforschung durchgeführt werden. Werden die entsprechenden Projekte dann von vorwiegend naturwissenschaftlich-empirisch ausgerichteten Arbeitseinheiten bearbeitet, ergeben sich ungünstige Voraussetzungen für den Projekterfolg, da viele Probleme angewandter Ökosystemforschung beispielsweise schwierige – ebenfalls komplexe – sozio-ökonomische Fragestellungen berühren. Dies schadet dem Ansehen beider Forschungsrichtungen.

These:

- ⇒ Nur eine stärkere Akzentuierung der Forschungsförderung in angewandte und grundlagenorientierte Ökosystemforschung stellt sicher, dass Ökosystemforschung die von ihr erwarteten und versprochenen Resultate erzielen kann.

These 5: Verknüpfung von ökosystemaren Forschungsprogrammen, –konzepten und –vorhaben mit Umweltbeobachtungsprogrammen

Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung stehen inhaltlich in enger Beziehung zueinander. Umweltbeobachtung wird z.T. sogar als Arbeitsfeld der Ökosystemforschung betrachtet. Fachlich und strategisch ergänzen sich Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung in vielerlei Hinsicht:

Die Ökosystemforschung unterstützt die Konzeption von Umweltbeobachtungsprogrammen: Sie fördert die Auswahl geeigneter Variablen und deren Orientierung im ökosystemaren Gefüge und sie liefert Beiträge zu einer besseren Beobachtungspraxis und zur Interpretation der Beobachtungsergebnisse. Die Ökosystemforschung gibt außerdem wichtige Anregungen für die interdisziplinäre und zwischenbehördliche Zusammenarbeit, die auch Voraussetzung für die Umsetzung einer integrierten Umweltbeobachtung ist. Die Erfahrungen und Ergebnisse der Ökosystemforschung unterstützen damit die Abwendung von einer sektoral angelegten und die Orientierung hin zu einer stärker ökosystemar ausgerichteten (sektor- und medienübergreifenden) Umweltbeobachtung.

Die Umweltbeobachtung kann gezielt dazu eingesetzt werden, die ökologischen Modelle (Wirkungsbezüge zwischen den Komponenten eines Ökosystems) und Theorien der Ökosystemforschung langfristig zu testen. Außerdem lässt sich aus der Umweltbeobachtung Forschungsbedarf ableiten, denn Umweltbeobachtung deckt Trends oder auch abrupte, unerwartete Veränderungen auf, die sich nicht immer mit existierendem Wissen erklären lassen.

Bei einer engen Verknüpfung zwischen Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung ließen sich die Erkenntnisse der Ökosystemforschung besser in die Praxis umsetzen und innovative Ansätze in Routineanwendungen überführen. Eine solch enge Verknüpfung, die u.a. in einer „Überführung“ von Forschungsprogrammen und –vorhaben in Umweltbeobachtungsprogramme bestehen sollte, scheitert jedoch in vielen Fällen an

- finanziellen Engpässen (u.a. fehlende Mittel zur Aufbereitung der Forschungsergebnisse für die Umweltbeobachtung und zur Fortführung der im Rahmen der Forschung angewandten anspruchsvollen Messungen in einem praktikablen und finanzierbaren Umweltbeobachtungsprogramm);
- organisatorischen Hemmnissen, die insbesondere den Wechsel der bürokratischen Zuständigkeiten betreffen (Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung unterliegen i.d.R. unterschiedlichen verwaltungstechnischen Zuständigkeiten) und
- am grundsätzlich mangelnden Interesse der Forscher an der Thematik Umweltbeobachtung einerseits und der ungenügenden Bereitschaft der in der Umweltbeobachtung Tätigen, die Ergebnisse der Ökosystemforschung für ihren Aufgabenbereich zu erschließen und klare Anforderungen an die Forschung zu formulieren.

These:

- ⇒ Bislang fehlt es am politischen Willen, die erforderlichen Strukturen für eine intensive und effektive Verknüpfung von Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung aufzubauen sowie die hierfür erforderlichen Finanz- und Personalmittel bereitzustellen.
- ⇒ Die Entwicklung von Methoden, Techniken und Verfahren in der Ökosystemforschung muss stärker auf die Bedürfnisse einer routinemäßig durchgeführten Umweltbeobachtung abgestimmt werden. Dies gilt sowohl für die Datenerhebung als auch für die Datenauswertung und -bewertung).
- ⇒ Die Aufbereitung der Forschungsergebnisse für eine entsprechende Verwertung in der Umweltbeobachtung muss Bestandteil von Forschungsanträgen werden.
- ⇒ Für die gegenseitige fachliche Annäherung von in der Forschung und Umweltbeobachtung Tätigen eignet sich die Diskussion um Indikatoren. Sie ist zum einen ein für die Forschung interessantes Aufgabenfeld. Zum anderen bietet sie den Anwendern eine Orientierung bei der Fokussierung der Umweltbeobachtungsprogramme auf ein Set tatsächlich aussagekräftiger Beobachtungs- und Auswertungsgrößen.

These 6: Schnittstellen zwischen Ökosystemforschung und Umweltbildung

Die Ökosystemforschung hat neben ihrem Forschungs- auch einen Bildungsauftrag zu erfüllen. Sie soll das Problembewusstsein in der Öffentlichkeit hinsichtlich negativer aber auch positiver Trends der Umweltentwicklung schärfen und deutlich machen, in welcher Weise der Mensch von den Leistungen und Angeboten seiner natürlichen Umwelt abhängt. Erst im ökosystemaren Zusammenspiel aller Umweltmedien lässt sich die gegenseitige Abhängigkeit biotischer und abiotischer Ressourcen begreifen. Und nur ein gestärktes Umweltbewusstsein der Bevölkerung schafft letztendlich die Voraussetzungen für umweltbewusstes Handeln und eine effiziente Umweltpolitik.

Im Bereich der Umweltbildung ist Ökosystemforschung geeignetes Lern- und Trainingsfeld für die Förderung systemaren Denkens, d.h. des Denkens in Zusammenhängen, Wechselwirkungen und Rückkoppelungen. Hier liegt ein bislang noch wenig genutztes Potenzial nicht nur zur Förderung von Studenten und Wissenschaftlern, sondern ebenso zur Herausbildung entsprechender Fähigkeiten in der gesamten Gesellschaft.

Darüber hinaus muss es auch im Eigeninteresse der Ökosystemforschung liegen, ihre gesellschaftliche und politische Akzeptanz und Relevanz für alle Zielgruppen über eine möglichst transparente Präsentation und einen kontinuierlichen Informationsfluss ihrer Ergebnisse zu stärken.

Die Voraussetzungen für eine die Ökosystemforschung begleitende effektive Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit erscheinen heute aufgrund der zur Verfügung stehenden IT-Methoden so günstig wie noch nie. Dennoch ist es bislang nicht gelungen, die spezifischen Leistungen der Ökosystemforschung in der Öffentlichkeit überzeugend zu kommunizieren und dem Bildungsauftrag gerecht zu werden. Gründe hierfür können sein:

Es mangelt(e) an personellen und finanziellen Ressourcen für eine qualifizierte, die Forschung begleitende Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit, da diese bei der Projektantragstellung bzw. in den Forschungsprogrammen nicht explizit vorgesehen ist (war).

Fehlendes Engagement und eine unzureichende Aus- bzw. Weiterbildung der Forscher in diesem Bereich haben eine Vernachlässigung der Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit zur Konsequenz. Die Forscher sehen sich grundsätzlich mit dem Problem konfrontiert, eine anspruchsvolle Forschung zu bewältigen und gleichzeitig die (Zwischen-) Ergebnisse in allgemeinverständlicher Form aufzubereiten. Für Letzteres werden i.d.R. keine zusätzlichen Mittel und Zeit zur Verfügung gestellt. Außerdem mangelt es manchen Wissenschaftlern an Kommunikationsfähigkeiten sowie politischer, gesellschaftlicher und medialer Kompetenz, um auch in der außeruniversitären Öffentlichkeit überzeugend auftreten zu können.

These:

- ⇒ Der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit wurde bislang ein zu geringes Gewicht bei der Beantragung und Abwicklung von Ökosystemforschungsvorhaben beigemessen. Die Ökosystemforschung nimmt sich damit auch die Chance, ihre besonderen Leistungen wirksam in der Öffentlichkeit zu präsentieren.
- ⇒ Engagement von Forschern in der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit wurde bislang zu wenig honoriert.

These 7: Grenzen und Möglichkeiten interdisziplinärer Ausbildung an den Hochschulen

Während die Zusammenarbeit naturwissenschaftlicher Fächer in multi- und interdisziplinären Forschungsverbünden innerhalb und zwischen Hochschulen i.d.R. als gut funktionsfähig eingeschätzt wird, bestehen in der universitären Ausbildung noch immer große Defizite. Die inhaltliche Zusammenführung der Kenntnisse unterschiedlicher naturwissenschaftlicher Disziplinen wird u.a. dadurch behindert, dass die Studierenden in den „harten“ Naturwissenschaften durch ihre schulische Ausbildung zu wenig vorgebildet sind. Die Hochschulausbildung bleibt daher in vielen Fällen auf dem Niveau einer „sektoralen“ naturwissenschaftlichen Grundausbildung stecken. Dies verringert die Möglichkeiten, auf das Niveau stärker integrativer Betrachtungen vorzustoßen, die für die Ökosystemforschung kennzeichnend sind.

Es bestehen Ansatzpunkte einer verstärkten Zusammenarbeit, insbesondere zwischen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Disziplinen:

1. Initiierung gemeinsamer Projekte, an denen Vertreter mehrerer Disziplinen beteiligt sind,
2. Angebot fächerübergreifender Lehrveranstaltungen, evtl. getragen von gemeinsamen Fachbereichen, Instituten oder Zentren,
3. Aufbrechung der alten Fächerstruktur und Einführung eines echten Studienfaches „Umweltnaturwissenschaften“, innerhalb dessen die Teildisziplinen Geographie, Geologie, Biologie, Zoologie, Botanik etc. zusammengeführt werden,
4. Förderung integrativer Fähigkeiten auch beim Lehrpersonal,
5. hochschulinterne Mittelzuweisung für Lehrprojekte, die die interdisziplinäre Integration fördern.

Für die erfolgreiche Bewältigung der Ansprüche einer integrativen Umweltforschung muss die Ausbildung über die Vorbereitung auf die inner-naturwissenschaftliche Interdisziplinarität hinaus gehen. Die Ausbildungsdefizite treten jedoch noch verstärkt hervor, wenn der Anspruch an die Interdisziplinarität gleichzeitig geistes- und gesellschaftswissenschaftliche Grundlagen umfasst. Ein für Fragen angewandter Ökosystemforschung besonders schwerwiegendes Ausbildungsdefizit besteht im Bereich ökologischer „Bewertungs- und Urteils-

kompetenz“ (z.B. normativer Grundlagen, Bewertungsverfahren, Entscheidungstheorien). Das Potenzial der Bearbeitung von transdisziplinären, realitätsnahen Fallbeispielen wird zwar gesehen, aber vor allem wegen des Zeitaufwandes kritisch eingeschätzt. Als besonders geeignet erscheint beispielsweise die Beschäftigung mit systematisierenden Methoden der Entscheidungsfindung in Bezug auf komplexe Systeme bei Vorliegen multipler Zieldimensionen (z.B. Modell-gestützte, Szenarien-basierte multikriterielle Bewertungsverfahren).

Im Rahmen der Einführung der vielerorts geplanten neuen Master-Studiengänge ergeben sich Möglichkeiten, die problematische Ausbildungssituation im Bereich interdisziplinären Arbeitens zu verbessern. Werden die Studiengänge für eine konsequente Forschungsorientierung – und das heißt u.a. für eine konsequente Individualisierung – der Lehre genutzt, könnten sich die Studierenden die jeweils erforderlichen interdisziplinären Kompetenzen jenseits einengender Studienordnungen und Fakultätsgrenzen aneignen. Möglich wäre dies etwa ab dem 5./6. Gesamtstudiensemester durch (a) weitgehendem Verzicht auf formale Kursvorgaben/Fächerkombinationen und (b) der Installation von (i.d.R. interdisziplinären) Betreuungskomitees nach nordamerikanischem Muster.

These:

- ⇒ Die – trotz restriktiver Randbedingungen – in der Hochschulausbildung bestehenden Potenziale werden nicht ausreichend genutzt, um interdisziplinäre Kompetenzen gezielt zu fördern, die für erfolgreiches Arbeiten in der Ökosystemforschung erforderlich sind.

These 8: Hemmnisse interdisziplinären Arbeitens

Ökosystemforschung kann nur dann ihren hohen integrativen Anspruch erfüllen, wenn interdisziplinäres Arbeiten gelingt. Die Erfahrungen in den abgeschlossenen Vorhaben haben jedoch gezeigt, dass Interdisziplinarität in vielen Ökosystemforschungsvorhaben nicht ernst genug genommen wurde, was sich u.a. darin niedergeschlagen hat, dass keine Syntheseberichte erstellt worden sind, bzw. diese die Ansprüche an eine tatsächliche Synthese der einzelnen Fachbeiträge nicht erfüllt haben.

Gründe für das Scheitern von Interdisziplinarität können sein:

- mangelnde Kompetenzen für die Entwicklung gut funktionierender Kooperationskonzepte sowie Fehlen einer kompetenten und durchsetzungsfähigen Projektkoordination und der Akzeptanz derselben durch die Projektmitarbeitenden, so dass sich die Arbeitsgruppen zu schnell verselbstständigen und sich die von den einzelnen Arbeitsgruppen entwickelten wissenschaftlichen Ansätze und Ergebnisse nicht mehr in den Gesamtkontext des Vorhabens einordnen lassen;
- nicht ausreichende Möglichkeiten, sich mit interdisziplinären Leistungen und Gruppenleistungen im Wissenschaftsbetrieb zu bewähren, denn von Seiten der Projektleitung wird i.d.R. noch immer der Forschungsleistung der einzelnen Arbeitsgruppen größeres Gewicht beigemessen als den Leistungen, die von den Projektmitarbeitenden im Sinne der Interdisziplinarität mit Blick auf das übergeordnete Ziel des Projektes erbracht werden;
- Fehlen gemeinsamer Integrationselemente im Forschungsvorhaben wie z.B. gemeinsam akzeptierter Ausgangshypothesen oder einer vorab festgelegten Datenstruktur und

- kompatibilität, die Voraussetzung für die integrative Zusammenführung der Daten aus den einzelnen Arbeitsgruppen wäre;
- und letztendlich auch unüberbrückbare fachliche Divergenzen zwischen den einzelnen beteiligten Fachrichtungen.

Mitunter ist Interdisziplinarität zwar erklärtes Ziel eines Forschungsvorhabens, jedoch nicht wirkliches Anliegen der Forschenden. Interdisziplinarität wird dann nur als besonders attraktive Möglichkeit gesehen, zusätzliche Forschungsmittel zu erlangen, in der Realisierung des Vorhabens dominiert jedoch eine Disziplin.

Der Diskurs- und Moderationsaufwand für die Durchführung integrativer Ökosystemforschungsvorhaben ist in der Vergangenheit immer wieder unterschätzt worden. Eine zentrale Rolle bei der Bewältigung des inter- oder transdisziplinären Projektauftrags wäre hierbei der Projektleitung zugekommen, die sich jedoch in vielen Fällen als nur wenig durchsetzungsfähig erwiesen hat. Infolge der Veränderungen des Hochschulrahmengesetzes wird sich das Problem voraussichtlich weiter verschärfen, projekterfahrenes Personal für ein zielgerichtetes und professionelles Management gewinnen zu können. Aufgrund der Befristung der Tätigkeit von Mitarbeitern des Mittelbaus auf maximal 12 Jahre wird dieses Personal den Universitäten verloren gehen.

These:

- ⇒ Erfolgreiche Interdisziplinarität erfordert in erster Linie eine effektive und starke Projektleitung mit umfangreichen Steuerungskompetenzen und ausreichenden finanziellen Ressourcen sowie Strukturen, in denen sich aus einem konsequenten Bemühen um interdisziplinäre Arbeitsergebnisse greifbare karrierewirksame Erfolge und Vorteile für die Projektbeteiligten ableiten lassen.
- ⇒ Interdisziplinäres Arbeiten erfordert konkrete Integrationselemente, d.h. gemeinsame Projektziele und Ausgangshypothesen sowie gemeinsame Arbeitsmittel und Untersuchungsräume. Gelungene Interdisziplinarität äußert sich in der Erstellung aussagekräftiger, integrierter Syntheseberichte.

These 9: Wissens- und Technologietransfer von der Ökosystemforschung in die Planungspraxis durch Modelle

Ergänzend zu „ökosystemforschungs-internen“ Gründen für einen begrenzten Wissens- und Technologietransfer von der Ökosystemforschung in die Planungspraxis behindert auch ein Mangel an Nachfrage nach dem Wissen der Ökosystemforschung den möglichen Transfer.

Modelle gehören zu den wichtigsten Instrumentarien der Ökosystemforschung. Sie stoßen auch auf Anwenderseite auf großes Interesse. Die in der Ökosystemforschung entwickelten Modelle sind jedoch häufig nicht wirklich handhabbar und praxistauglich. Dies gilt in besonderem Maße für Computermodele, die sich mitunter schnell in schematisch angewendeten Algorithmen erschöpfen, „monströse“ und realitätsferne Dimensionen annehmen und gegenüber Empirie und Experiment oftmals weit überschätzt werden.

So besteht beispielsweise für die UVP ein hoher Bedarf an Modellen zur Wirkungsprognose. Die bisher von der Ökosystemforschung bereitgestellten Modelle haben sich für diesen Zweck jedoch als nicht einsatzfähig erwiesen. Strukturell liegt das Problem fehlender oder ungenügender Praxiswerkzeuge jedoch auch in einem vergleichsweise niedrigen rechtlichen Anspruch, der an die naturwissenschaftliche Komplexität der Modelle gestellt wird. Wenn die

Rechtsprechung „anspruchslöse“ Prognosemodelle als hinreichend akzeptiert, besteht kaum ein Anreiz, die andernfalls erforderlichen höheren finanziellen Mittel bereit zu stellen, die für eine im ökosystemaren Sinne integrative Wirkungsabschätzung erforderlich wären. Der ökonomische Anreiz, den möglichen Wissens- und Technologietransfer zu realisieren, ist folglich selbst dort gering, wo belastbare Modelle als Prototypen bereits im Forschungseinsatz sind. Wegen der unter diesem Umständen begrenzten kommerziellen Aussichten greifen auch die üblichen Instrumente des Wissens- und Technologietransfers kaum (Existenzgründungsförderung, Innovationsförderung...).

These:

- ⇒ Ein Bedürfnis nach praxistauglichen, computergestützten Instrumenten für die Integration ökosystemaren Wissens in die Planungs- und Verwaltungspraxis ist vorhanden. Aufgrund eines geringen rechtlichen Anspruchs an die medienübergreifenden Analysemöglichkeiten der Modelle („Wechselwirkungen“) bestehen jedoch nur geringe Anreize, den möglichen Wissens- und Technologietransfer auch zu realisieren.

These 10: Zukunft der Ökosystemforschung

Diese These soll im Rahmen des Workshops als Ergebnishypothese in Kooperation aller TeilnehmerInnen erarbeitet werden.

7.2 Die Fragen

Arbeitsgruppe A:

Konzeptionelle, methodische und strategische Erfahrungen und Probleme in der Ökosystemforschung

Inhaltlicher Bezug insbesondere zu den Hypothesen 1, 4 und 8

Kernfragen:

1. Welches sind die wichtigsten erreichten Fortschritte der Ökosystemforschung und wo liegen die zentralen Ergebnisse in Bezug auf
 - inhaltlich-ökologische,
 - methodische,
 - organisatorische und
 - anwendungsbezogene Problemfelder?
2. Wie hat sich der Ökosystem-Ansatz grundsätzlich auf die ökologische und umweltbezogene Grundlagenforschung und die Forschungslandschaft ausgewirkt? Wurden bestehende Paradigmen modifiziert?
3. An welchen Beispielen lässt sich die Emergenz aufzeigen, welche als wichtige Zielgröße ökosystemarer Ansätze anzusehen ist? Wo, wie und wann wird „das Ganze mehr als die Summe seiner Teile“? Was bedeutet dies für Umweltforschung und Umweltmanagement?
4. Welches sind die signifikantesten Forschungslücken, die sich nach 25 Jahren Ökosystemforschung auftun und in welchen Bereichen liegt hier der stärkste Nachholbedarf?

5. Welches sind die durchgreifendsten Probleme, die sich bei der Durchführung von Ökosystemforschungsvorhaben ergeben und wie kann ihnen mit einer optimalen Strategie begegnet werden? Welche Lösungsinstrumente bieten sich an auf der
 - inhaltlich-ökologischen Ebene?
 - methodischen Ebene?
 - organisatorischen Ebene?
 - förderpolitischen Ebene?
 - anwendungsbezogenen Ebene?
6. Welche Empfehlungen können aus Sicht der Arbeitsgruppe aufgrund der Erfahrungen aus der Ökosystemforschung ausgesprochen werden in die Richtungen
 - Grundlagenforschung?
 - Angewandte Forschung?
 - Wissenschaftsorganisation, Wissenschaftsmanagement?
 - Förderpolitik und Förderinstitutionen?
 - Umweltmanagement und Umweltpolitik?

Arbeitsgruppe B:

Ökosystemforschung und Ökosystemmanagement – Leitlinien für eine integrative Umweltpraxis

Inhaltlicher Bezug insbesondere zu den Hypothesen 2 und 4

Kernfragen:

7. In welcher Form und Intensität haben sich die Grundsätze der Ökosystemforschung und ihre Ergebnisse im Bereich der Umweltpolitik niedergeschlagen?
8. Sind aufgrund von Ökosystemforschungs-Ergebnissen Veränderungen in der gesellschaftlichen und politischen Perzeption von Umweltbelangen eingetreten?
9. Hat die Ökosystemforschung zu strategischen, gedanklichen oder strukturellen Veränderungen in der Umweltpolitik geführt oder Auswirkungen auf die Entwicklung von Schutzkonzepten gezeigt?
10. Korrespondieren die international geläufigen, ganzheitlichen Konzepte wie Ecological Integrity oder Ecosystem Health mit Erkenntnissen aus der Ökosystemforschung?
11. Welche Empfehlungen können aus Sicht der Arbeitsgruppe aufgrund der Erfahrungen aus der Ökosystemforschung ausgesprochen werden in die Richtungen
 - Grundlagenforschung?
 - Angewandte Forschung?
 - Wissenschaftsorganisation, Wissenschaftsmanagement?
 - Förderpolitik und Förderinstitutionen?
 - Umweltmanagement und Umweltpolitik?

Arbeitsgruppe C:**Erfahrungen und Probleme aus der Ökosystemforschung in der Anwendung, Anforderungen aus Politik und Planung**

Inhaltlicher Bezug insbesondere zu den Hypothesen 2, 3, 4, 5 und 9

Kernfragen:

12. Welche Anforderungen wurden und werden von Seiten der Umweltpraxis an die Ökosystemforschung gestellt? Wurden diese Anforderungen erfüllt oder bestehen hier noch Umsetzungsdefizite?
13. Welche Anforderungen wurden und werden von Seiten der Ökosystemforschung an die Umweltpraxis gestellt? Wurden diese Anforderungen erfüllt oder bestehen hier noch Umsetzungsdefizite?
14. Welche konkreten Beispiele können herangezogen werden, um einen erfolgreichen Wissens- und Methodentransfer zu demonstrieren?
15. Haben sich Impulse aus der Ökosystemforschung förderlich ausgewirkt auf
 - Planungsmethoden?
 - Umweltbeobachtungsstrategien?
 - Indikatorenableitungen?
 - Modellanwendungen?
 - Lösungen konkreter Umweltproblemfelder?
16. Welche Empfehlungen können aus Sicht der Arbeitsgruppe aufgrund der Erfahrungen aus der Ökosystemforschung ausgesprochen werden in die Richtungen
 - Grundlagenforschung?
 - Angewandte Forschung?
 - Wissenschaftsorganisation, Wissenschaftsmanagement?
 - Förderpolitik und Förderinstitutionen?
 - Umweltmanagement und Umweltpolitik?

Arbeitsgruppe D:**Zukunft der Ökosystemforschung**

Inhaltlicher Bezug insbesondere zu den Hypothesen 1 bis 9

Kernfragen:

17. Welche Anforderungen
 - auf Seiten der Projektträger und
 - auf Seiten der Projektnehmer müssen erfüllt werden, um auch in Zukunft größere ökosystemare Forschungsprojekte durchzuführen?
18. Welche wichtigen Forschungsfragen bestehen noch immer in den Bereichen der
 - Ökosystemaren Grundlagenforschung?
 - Angewandten Ökosystemforschung?
19. Welche neuen Forschungsfragen sind erst im Verlauf der Ökosystemforschungs-Kampagnen aufgetreten?

20. Wie kann das Anwendungspotential der Ökosystemforschung gesteigert werden?

21. Welche Empfehlungen formuliert die Arbeitsgruppe hinsichtlich

- einer künftigen ökosystemaren Grundlagenforschung?
- der künftigen Angewandten Ökosystemforschung?
- einer zukunftsweisenden Förderungspolitik?

MATERIALIEN 8: ABSTRACTS DER KEY-NOTES VOM WORKSHOP

In der Reihenfolge des Programmablaufs

Übersicht:

8.1	25 Years of Ecosystem Research in Germany - Expectations, Results and Developments (Prof. Dr. O. Fränzle, Geographisches Institut der Universität Kiel).....	101
8.2	The Ecosystem – Power of a Metaphysical Construct (Prof. Dr. Dr. hc em. Wolfgang Haber, Lehrstuhl für Landschaftsökologie der TU München in Weihenstephan, Freising, Germany).....	102
8.3	Linking Ecosystem Theory and Ecosystem Models with Holistic Environmental Management. (S.E. Jørgensen, DFH, Environmental Chemistry, Denmark).....	103
8.4	Ecosystem Research Schleswig-Holstein, Wadden Sea - Concepts, Results and Applications (Dr. Christiane Gätje, National Park Office, Tönning, Germany).....	104
8.5	Ecosystem Research in the Wadden Sea of Lower Saxonia (Germany) – Concepts and Results (Prof. Dr. Thomas Höpner, ICBM, Universität Oldenburg, Oldenburg, Germany).....	105
8.6	Forest ecosystem research in Germany – concepts, results and applications (F. Beese, Forest Ecosystems Research Center , University of Göttingen, Germany; E. Matzner, Bayreuth Institute of Terrestrial Ecosystem Research, University of Bayreuth, Germany)	106
8.7	The ecosystem approach of the Convention on Biological Diversity (Horst Korn, Bundesamt für Naturschutz, Putbus/Rügen, Germany).....	107
8.8	Das Millennium Ecosystem Assessment – Forschungsergebnisse für Entscheidungsträger (G. Petschel-Held, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam, Germany).....	1077
8.9	Assessment of Ecosystem Health: potential and limitations of approaches (P.-D. Hansen, University of Technology, Faculty 7- Institute for Ecology - Department for Ecotoxicology, Berlin, Germany).....	109
8.10	Policies and Practices for Ecosystem Integrity in the Great Laurentian River Basin (Henry Regier, Professor Emeritus, University of Toronto, Canada).....	111
8.11	The International Long-Term Research Initiative (James R. Gosz, ILTER Network Committee, Albuquerque, USA).....	112
8.12	Alpine Ecosystem Research Integrating Ecological and Social Processes (Helmut Franz, National Park Berchtesgaden, Deutschland)	113

8.1 O. Fränzle

The comprehensive Ecological Surveillance System for Germany, as conceived by Ellenberg, Fränzle and Müller (1978) to provide a scientific basis for environmental planning and policy, consists of three interrelated components, namely an ecological monitoring network, comparative ecosystem research, and an environmental specimen bank. The scientific and practical aims of every component require the fulfillment of geostatistical requirements in order to permit an up-scale extrapolation of the primarily local or catchment-related results obtained; therefore, in the first instance a set of putative representative, study areas was determined by means of multivariate availability of interdisciplinary manpower, long-term research on agrarian, forest and high mountain ecosystems has concentrated on the Born-

höved Lake District., the Weichelian morainic landscapes northeast of Berlin, the Solling Mountains, the Fichtelgebirge, the Bavarian Tertiary Hills, and the Berchtesgaden Alps, while the Umweltforschungszentrum Halle-Leipzig has inquiries into complex urban-industrial systems and their agrarian environment for subject.

The general objectives of German ecosystem research comprise the analysis of the above core areas with a view to defining and modelling structure, dynamics and stability or vulnerability conditions of interrelated terrestrial and aquatic systems in terms of site characteristics, biocoenotic diversity, natural and anthropogenic fluxes of energy and matter, productivity and land use patterns. In addition, and owing to the specific spatial and ecological setting of the different study areas, specific regional research objectives were defined, as the following examples may show. In the framework of Scheyern Project focus was on site effects on the variability of crop growth, while biogeochemistry of montane spruce forests on response to changing atmospheric deposition was a key issue of the Fichtelgebirge Project. Modelling site-dependent relationship between lakes and their drainage basin with focus on the role of land/water ecotones or testing the validity of spatial extrapolation procedures for simulation models by means of comparative site analyses and geographic information systems were of particular interest in the Bornhöved Project.

With regard to natural resource management, it ensues from these studies that the assessment of the impact of human activities on ecosystems requires close attention to the scale of assessment and the spatial relationship between ecosystems. Thus, the issues which resource management or, more specifically, inquiries into the vulnerability of ecological and related societal systems have to address are increasing both in terms of complexity and the breadth of temporal and spatial scale. It is at this juncture that ecosystem modelling and geographic information systems provide important contributions to resource policy and vulnerability analyses by means of multiple perturbation scenarios, development trend scenarios or sensitivity analyses for pertinent natural and socio-economic inventories. In rational combination these instruments allow planners and resource managers to ask questions about resources and human impact on ecosystems at spatial and temporal scales where extensive data collection is difficult, if not impossible. On the basis of such scenarios in near real-time it is possible to test static as well as dynamic hypotheses about resource uses and alternative fates, critical response potentials in relevant exposure units or the adaptive capacity of systems as a function of major entity characteristics like diversity, connectivity, technological development, and institutional endowment.

8.2 The Ecosystem – Power of a Metaphysical Construct

Prof. Dr. Dr. hc em. Wolfgang Haber, Lehrstuhl für Landschaftsökologie der TU München in Weihenstephan, Freising, Germany

In his book "In Search of Nature", Edward O. Wilson (1996) assigned the ecosystem to the "metaphysical constructs" which have proven more powerful and less vulnerable than ordinary theories. Ernst Mayr (1997), however, opined that the ecosystem concept – after its great Odum-owed popularity in the 1960s and 1970s – has lost its role of a dominant paradigm. In my view, this objection holds only for the purely physicalist approach to ecosystems, which was introduced by Tansley and worked out by Lindeman and Hutchinson in the early 1940s. Today's stronger emphasis on population properties, behavioural and life-history adaptations of organisms has shifted the attention of ecologists more to the biological features

of the ecosystem, that is to its community aspect. This raises once more the question whether the ecosystem is "more" than a biotic community because it comprises non-living components. I consider this a futile question, because neither is an object in nature, both are "metaphysically constructed" units, but justifiable as such regarding their usefulness for organizing ecological research and their heuristic value not to be underestimated. Epistemological objections towards such views should not be underrated either, but they are not helpful if they only veil the paths leading into a better understanding of environmental complexity.

Another aim of my contribution is to explain why I strongly refuse regarding ecosystem or community ecology as an expression of "organicism thinking" or of adherence to "superorganism belief". No organism can exist without interacting with other organisms, be it in the form of symbiotic or antagonistic interactions. These constitute, when displaying a recurrent behaviour, an interrelationship network whose structure can be analyzed step by step without any organicist idea in mind, and which, if the steps are integrated, can of course be called a system. Ecosystem critics emphasizing species interactions as the "real thing" fail to notice that species are a category as problematic as the ecosystem. The current biodiversity debate with its overemphasis on species diversity will go astray if not combined with functional roles of populations, which can best be grasped by an ecosystem approach, even it is only a mental construct. The reproach of "holism" is out of place if ecologists abstain from ideological thinking which, however, is always a temptation.

Ecosystems render valuable services to society, as convincingly shown by Daily's book (1999). These services, however, are not based on clearly delimitable environmental objects, but on functional units of variable size and composition. Regarding ecosystem diversity and protection, we are faced with a big problem of implementation requiring enormous mental efforts which can take profit from the power of the ecosystem concept – if it is applied with epistemological insight and practical prudence.

8.3 Linking Ecosystem Theory and Ecosystem Models with Holistic Environmental Management.

S.E. Jørgensen, DFH, Environmental Chemistry, Denmark

Holistic environmental management requires a heavy use of models, as modeling is the best tool to provide an overview of a complex system. The development has furthermore been towards modeling more and more complex systems. For instance in lake and reservoir management: from lakes and reservoirs towards modeling the entire drainage area included all activities in the drainage area affecting lakes and reservoirs. The development from ecosystem models to landscape models and further on to region models can also be mentioned in this context. The holistic management can also be understood as the integration of all aspects of a problem for instance by development of social-economic-ecological models which however is in its infancy here in the beginning of the 21st century.

Better models have been developed lately by incorporation of more ecosystem theory into the ecological models. A clear example is the development of structurally dynamic models, where the goal function exergy has been used most frequently to cover the ecosystem property of growth. This development has resulted in models that yield at least in some cases a better calibration, validation and prognosis. A few examples will be presented to illustrate these results.

It is expected that the observed tendency towards more integrated models and a development of models with a higher content of ecosystem theory will continue in the coming years. It will most probably improve the quality of the model results and the applicability of the models in a holistic management approach.

8.4 Ecosystem Research Schleswig-Holstein, Wadden Sea - Concepts, Results and Applications

Dr. Christiane Gätje, National Park Office, Tönning, Germany

An ecosystem research project was carried out in the Schleswig-Holstein Wadden Sea from 1989 to 1994. On the one hand emphasis was placed on basic research in a selected area near the island of Sylt (SWAP – Sylt Wadden Sea Exchange Processes). On the other hand it was focussed on applied research, which covered the whole area of the national park, including mapping of ecological and socio-economic structures, an inventory of human utilization and impact, as well as an analysis of conflicts.

A synthesis phase of an additional two years followed which culminated in the publication of a synthesis report in 1996, that provided the foundation for a national park plan. In 1998, further results were published in an Environmental Atlas of the Wadden Sea and a Springer book (The Wadden Sea Ecosystem – exchange, transport and transformation of matter).

The complete process was coordinated and steered by a team of three scientists employed in the national park office. This structure allowed permanent feedback, iterative exchange of information and discussions between scientists and the administration of the national park – which was of decisive importance for the direct application of scientific research results already during the project and for the implementation of research-based concepts in administration work.

Schleswig-Holstein Wadden Sea ecosystem research provided essential contributions to

- a harmonized Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP),
- the amendment of the Schleswig-Holstein Wadden Sea National Park Law in 1999, i.a. extension of outer borders and new zonation with a reference/zero use area on the basis of tidal basin approach, and a small cetacean protection area,
- the implementation of a mussel fishery program and a contract between the government and fishermen,
- the management of salt marshes,
- the installation of a socio-economic monitoring and
- the establishment of an efficient visitor guidance, information and management system including national park service staff

The ecosystem research project supported conservation decision-making processes and the results are of special value for long-term national park management.

8.5 Ecosystem Research in the Wadden Sea of Lower Saxonia (Germany) – Concepts and Results

Prof. Dr. Thomas Höpner, ICBM, Universität Oldenburg, Oldenburg, Germany

The project was carried out from 1990 to 1996. It consisted in two parts, a basic research programme on variability and stability focussed on the area south of the island of Spiekeroog (ELAWAT, Elasticity of the Wadden Sea Ecosystem), and an applied programme covering the whole area of the Lower Saxonian National Park. The first was funded by the German Federal Research Ministry (BMBF), the second by the Federal State Lower Saxonia and the Federal Environmental Administration (UBA).

After a synthesis phase of an additional two years the summarising ELAWAT report appeared in 1999: *The Wadden Sea Ecosystem – Stability and Mechanisms* (S. Dittmann ed.). An application-based final report followed in the same year (*Gesamtsynthese*, V. Knoke et al. eds.). Also in 1999 appeared the *Umweltatlas Wattenmeer*, Vol. 2 for the area between Ems and Elbe, (National Park Lower Saxonian Wadden Sea and Federal Environmental Administration eds.) covering graphical results of the Ecosystem Research.

The co-ordination was in the hands of three scientists, each one from the national park office, from the environmental administration of the state Lower Saxonia, and from Oldenburg university. A full-time steering group was established and localised with the National Park office in Wilhelmshaven. Regular meetings and common experimental field campaigns ensured the collaboration and the exchange with the National Park administration. The strong and regular co-ordination with the simultaneous Schleswig-Holstein project is worth mentioning.

The ecosystem research project contributed essentially to

- The transferability and further development of the “Applied Ecosystem Research” concept, developed for the high mountains ecosystem during the Berchtesgaden project,
- Flows of matter and budgets of production and consumption, anthropogenic sources such as fishery discard included,
- The meaning of geochemical and biological signs of eutrophication, the Black Spots and Black Areas and the recovery processes,
- The environmental quality objectives and the Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP),
- A theoretical comprehension and a mathematical modeling,
- The subsequent research such as the DFG Research Group Wadden Sea (Oldenburg-Bremen) or the biotechnological production of seed mussels (Wilhelmshaven).

And, finally, it encouraged a global comparison of climatically different intertidal zones among which the Dutch/German/Danish one counts to the largest.

8.6 Forest ecosystem research in Germany – concepts, results and applications

F. Beese, Forest Ecosystems Research Center , University of Göttingen, Germany

E. Matzner, Bayreuth Institute of Terrestrial Ecosystem Research, University of Bayreuth, Germany

Forest ecosystems in Germany are managed to fulfil various functions: timber production, habitat for organisms, regulation of water and elemental cycling as well as recreation and education. The general goal for forest ecosystem research is to develop criteria and strategies of sustainable use and protection of these functions by investigating the relations between structure and functions in response to environmental changes and management practices. In more detail, major research subjects of German forest ecosystem research related to management effects were: comparisons of pure and mixed stands, influence of silvicultural practices and dynamics of regeneration. Among the effects of changing environmental conditions, acidic precipitation, N-saturation, C-sequestration, trace gas exchange and climatic controls of fluxes and processes were studied. The focus under the theme “structure – function relations” was given to stand age effects, phyllosphere organisms, soil fauna and microbiota and to microhabitats in soils. Furthermore measures for mitigation of impacts on forest ecosystems were investigated, namely liming and fertilization, as well as the quantification of critical loads.

The research approaches include monitoring of fluxes and structural properties in intensive study sites, regional assessments of gradients and patterns, experiments in the field to test hypotheses at the ecosystem scale, experiments in the laboratory for detailed process understanding and quantification, model application at different scales and regionalization using empirical indicators of ecosystem functioning.

The results are documented in numerous peer reviewed publications and demonstrate in summary that our knowledge on the function of forest ecosystems has increased tremendously over the last 20 years. Their presentation will be focussed on some of the recent significant results in this area. The environmental conditions of forest ecosystems have changed strongly in the last decade: S, Ca, Mg and H^+ -inputs have decreased while the input of N from the atmosphere remained chronically high and CO_2 concentrations are steadily increasing. The phyllosphere organisms influence the spatial and temporal patterns of C and N fluxes in throughfall. Reversibility of soil and water acidification is retarded by decreasing Ca and Mg inputs, release of sulfate from soil pools and by N deposition. Nitrate outputs with seepage and runoff can be estimated at the regional scale using N deposition data and C/N ratios of forest floors. Critical loads, especially those of N are still exceeded. The emission of N_2O from soils is triggered by the deposition of N. Earth worms and anoxic microhabitats seem to play a major role in N_2O emissions from soils as well as the soil compaction by heavy machines. The forest floor is the dominant sink of deposited N. The N sequestration goes along with C sequestration in the forest floor. Dissolved organic matter is an important component of the C and N biogeochemistry.

Models for regionalization of forest ecosystem functioning using GIS and remote sensing have been developed and successfully applied.

With respect to management practices, the effect of thinning, harvesting and rejuvenation on element turnover and the biodiversity of plants, animals and microorganisms have been in-

vestigated. To remediate strongly acidified forest soils the application of lime and compost is recommended.

The results of German forest ecosystem research have found applications in forestry (liming + fertilization, change of tree species, avoid clear cut), water management (predicting future water use from forested watersheds), emission control (reduce emissions of N and S to match critical loads, define critical loads, quantify C sinks in forest ecosystems), environmental control (implementation of EU wide monitoring programs LEVEL I and II) and in global climate models (parametrization of SVAT models for water and CO₂).

8.7 The ecosystem approach of the Convention on Biological Diversity

Horst Korn, Bundesamt für Naturschutz, Putbus/Rügen, Germany

The ecosystem approach of the Convention on Biological Diversity (CBD) is a strategy for the integrated management of land, water and living resources that promotes conservation and sustainable use in an equitable way. Thus the application of the ecosystem approach will help to reach the balance of the three objectives of the convention: conservation, sustainable use, and the fair and equitable sharing of benefits arising out of the utilization of genetic resources.

An ecosystem approach is based on the application of appropriate scientific methodologies focused on all levels of biological organization. It recognizes that humans, with their cultural diversity, are an integral component of many ecosystems.

The focus on structure, processes, functions and interactions is consistent with the definition of “ecosystem” provided in Article 2 of the CBD. “Ecosystem” means the dynamic complex of plant, animal and micro-organism communities and their non-living environment interacting as a functional unit. This definition does not specify any particular unit or scale. Indeed the scale of analysis and action should be determined by the problem being addressed. It could for example be a pond, a forest, a biome or the entire biosphere.

The ecosystem approach requires adaptive management to deal with the complex and dynamic nature of ecosystems and the absence of complete knowledge or understanding of their functioning. Management must be adaptive in order to be able to respond to uncertainties.

The ecosystem approach does not preclude other management and conservation approaches, such as biosphere reserves, protected areas, and single species conservation programmes, as well as other approaches carried out under existing national policy and legislative frameworks, but could, rather, integrate all these approaches and other methodologies to deal with complex situations. There is no single way to implement the ecosystem approach, as it depends on local, provincial, national, regional or global conditions. Indeed, there are many ways in which ecosystem approaches may be used as a framework for delivering the objectives of the Convention in practice.

8.8 Das Millennium Ecosystem Assessment – Forschungsergebnisse für Entscheidungsträger

Gerhard Petschel-Held, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam, Germany

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts steht die Menschheit vor der Herausforderung, den Umgang mit ihrer natürlichen Umwelt, also auch mit den Ökosystemen neu zu gestalten und Ansätze für eine nachhaltige Nutzung und Erhaltung der Ökosysteme zu entwickeln. Zum Einen ist zu erwarten, dass der menschliche Bedarf an Ökosystemleistungen (s.u.) nicht zuletzt aufgrund des Bevölkerungswachstums weiterhin stark ansteigen wird, während wir andererseits in ihrer Größenordnung einmalige Veränderungen der Ökosysteme verursacht haben und weiter verursachen. Der Herausforderung, den gegenwärtigen Zustand der Ökosysteme weltweit zu analysieren, ihre Kapazität für den Menschen essentielle Leistungen jetzt und in der Zukunft zu erbringen abzuschätzen und Handlungsoptionen für ein besseres Management zu entwickeln, stellt sich das Millennium Ecosystem Assessment (MA).

Das MA fokussiert auf Ökosystemleistungen. Darunter sollen die Bedingungen und Prozesse verstanden werden, durch die, von Biodiversität unterstützt, Ökosysteme menschliches Leben ermöglichen und bereichern. Diese Leistungen werden klassifiziert in (1) die Bereitstellung von Gütern (Nahrung, Wasser, ...), (2) die Funktionalität erhaltenden Prozessen und Bedingungen (Biodiversität, Bestäubung, etc.) und (3) kulturelle Aspekte (Religion, Ästhetik, usw.). Darüber hinaus wird ein starker Bezug zu den Konsequenzen von Ökosystemveränderungen für das menschliche Wohlbefinden hergestellt. Als grundlegende Definition eines Ökosystems greift das Assessment auf die entsprechende Definition in der Biodiversitätskonvention zurück (s. den Beitrag von Horst Korn).

Bei einem „Assessment“ handelt es sich nicht um ein originäres Forschungsprojekt. Vielmehr gilt es, den gegenwärtigen Stand des Wissens in einem gemeinsamen Prozess von Wissenschaftlern und Entscheidungsträgern auf zu arbeiten und Letzteren für eine verbesserte Entscheidungsfindung zugänglich zu machen. In diesem Sinne Nutzer des MA sind zum Einen die drei mit Ökosystemen befassten UN-Konventionen (CBD, CCD und Ramsar), zum Anderen aber Regierungen, der Privatsektor, lokale Gemeinschaften oder internationale Organisationen (UNEP, NGOs, usw.). Hierzu wurden vier Arbeitsgruppen gebildet, von den sich drei mit einem globalen Blickwinkel auf die gegenwärtigen Bedingungen und Trends (WG 2), auf die Entwicklung plausibler Zukünfte (WG 3) und die Ausarbeitung und Analyse von Handlungsoptionen (WG 4) konzentrieren. In der vierten Arbeitsgruppe (WG 1) werden zahlreiche lokale und regionale Assessments koordiniert und schließlich zu einer Synthese zusammengefasst. Dabei versucht jedes dieser sog. „sub-globalen“ Assessments wiederum die drei grundlegenden Themenstellungen der globalen Gruppen aufzugreifen.

Konzeptionell wird das MA als ein sog. Integrated Assessment gestaltet, in dem zunächst die entscheidenden Triebkräfte analysiert werden. Darunter sind die essentiellen demographischen (Bevölkerungswachstum und -struktur), ökonomischen (Wachstum, Struktur, Handel, usw.), sozio-kulturell und politischen (Partizipation, Lebensstile, Institutionen usw.), aber auch bio-physikalischen (Klimawandel, Stickstoffeinträge, usw.) Trends und Entwicklungen zu verstehen. In einem zweiten Schritt gilt es die Auswirkungen dieser „Treiber“ auf die Ökosystemstruktur und -leistungen zu analysieren, um schließlich die Rückkopplung auf menschliches Wohlbefinden (materielle Ausstattung, Gesundheit, Umweltsicherheit) abzuschätzen, was schließlich wiederum Auswirkungen auf die Triebkräfte besitzt.

8.9 Assessment of Ecosystem Health: potential and limitations of approaches

P.-D. Hansen, University of Technology, Faculty 7- Institute for Ecology - Department for Ecotoxicology, Berlin, Germany

Chronic sub lethal environmental effects monitoring approaches provide "signals" in frequencies and amplitudes to understand in advance the changes in the environment for the purpose of inland water, coastal zone or terrestrial management. To understand the complexity of the structure of populations and processes behind the health of populations, communities and ecosystems, we have to direct our efforts to promote rapid and cost-effective parameters of ecological health. One way of achieving that goal is to use biomarkers.

There are many definitions of biomarkers e.g.: "A biomarker is a xenobiotically –induced variation in cellular or biochemical components or processes, structures, or functions that is measurable in a biological system or sample" (National Research Council – NRC, Committee on biological markers, *Environmental Health Perspective*, 74, 3-9, 1987). The IPSC (International Programme on Chemical Safety of the WHO) has three classes of biomarkers identified: - biomarker of exposure; -biomarker of effect and biomarker of susceptibility.

How can this complex definition and the biomarker classes be handled by governmental regulations? How can this definition be useful in an operational way for governmental decision making in collaboration with industry and the governmental authorities? Very difficult! Environmental management and regulative requirements needs a number of tools for risk assessment and risk minimization and this can best achieved by standardized, highly sensitive, reaction-specific and a widely applicable suite of bioassays and biomarkers. But bioassay methods contribute only a limiting amount of knowledge to illustrate the environmental evaluation under the heading of precautionary measures. However, in the area of precautionary measures for the protection of aquatic life and to fulfil the regulations with regard to the risk to the environment, bioassays and biomarkers still provides a most important aid in the fulfilling of the legal requirements.

For the understanding of complexity the range of biotoxins, endocrine disrupting chemicals, heavy metals etc., biomarkers have been developed and approved. But all those biomarkers have to be checked for sensitivity against toxicants, reaction time, validity of data and practical handling under field conditions at waterways, sediments, estuaries or coastal areas as well as at the outlet of sewage plants. There are already biomarkers for environmental monitoring available, which facilitate integral monitoring of pollutants in surface water and waste water. These biomarkers achieve high sensitivities in a minimum of measuring time. New emerging effect related parameters are the genotoxic, immunotoxic and the endocrine potential of surface waters, effluents and drinking water. Measuring results, obtained from "biomarker multi-arrays", form the basis for a reliable environmental diagnosis of the observed system. They are applied to the protection of drinking water and surface water, but also to monitor effluent streams of industrial plants, sewage plants and environmental stability.

Extended exposure of organisms to environmental genotoxins would result in several physiological disorders such as reproductive impairments and other related abnormalities. Therefore, the response measurements to reproductive toxicity is essential for assessing the effects of anthropogenic sources.

Biochemical responses in ecosystems due to environmental stress could provide us with signals of a potential damage. These responses, if perceived in early stages, in ecosystems, the eventual deterioration can be prevented. On the other hand once ecosystem damage has occurred, the remedial action processes for their recovery could be expensive and pose certain logistical problems. Prevention of ecosystem deterioration is always better than curing the damaged one. Ideally, "early warning signals" in ecosystems using biomarkers would not only tell us the initial levels of damage, but these signals could provide answers to develop control strategies and precautionary measures.

Acute toxicity results in organism selection, genotoxicity results in mutagenicity and physiological impairments (genetic disease syndromes), induction of MFO (biotransformation and detoxification) tells us that fishes are induced with elevated detoxification levels and provide us data with information on the effects of specific chemical species (warning signals). However they do not have high ecological relevance like information from immunosuppression (phagocytosis). Genotoxic damage endpoints have high ecological significance as they relate to the ability of reproduction. Stress responses at population levels have direct ecological implications even though they exhibit low specificity. There should be, therefore, a harmonized ecosystem assessment approach where the overall information (high specificity to low specificity) should be considered in parallel for a proper "ecosystem health" management.

The biomarkers will become relevant for legislative framework concerning risk assessment and monitoring but they have to meet the standardization procedures under ISO and CEN, otherwise they will not be accepted by the regulatory authorities and industry. There are already biomarkers in the regulations like "genotoxicity" by the umu-assay DIN 38415 T 3 or ISO 13829. Biomarkers for immunotoxicity (phagocytosis) and the endocrine effect related indicator assays are in the norming process under DIN UA 5 and the endocrine indicator assays under DIN UA 7 and will later standardised under ISO TC147/SC5. The biomarkers will be a new work item in the International Standardisation Organisation (ISO TC147/SC5/WG3). The ISO Subcommittee SC5 will support for the future elaboration of "fish biomarker standards" and welcomes the offer of the ISO member body Sweden to make new work item proposals relating to: (1) aspects of sampling for biochemical responses and (2) the EROD method. For transitional and marine waters the CEN is considering in connection with implementation of the EU Water Frame Work also biomarkers = biochemical responses. In governmental regulations the term "biomarker" is replaced by "biochemical responses" and certainly there is a chance to implement biomarkers in governmental regulation at the European level. Under ISO is also a good chance to implement biomarkers in the evaluation of marine sediments and dredging materials. Under the Marine Pollution Committee of ICES (ICES=International Commission for Exploration of the Sea) there are already two biomarker protocols existing and in use for EROD (EROD=ethoxyresorufin-O-deethylase) and ChE (ChE=Cholinesterase). These well known biochemical responses are classical biomarkers. A very difficult question is always the relevance of the biochemical responses e.g. for the genotoxicity biomarkers and their links to the altered reproductive success in wildlife. There are two integrated EU funded marine projects on biomarkers BIOMAR and the BEEP project (2001-2004) and also here is the question: where are the stakeholders and the end-users? If we want biomarkers used by end-users like governmental authorities and Industry (water quality objectives and criteria, effluent testing, dredging-, drilling- offshore- activities) we need at least standardisation under ISO and CEN.

In considering the impact of either natural stress or man made stress we always encounter by biomarker detoxification, disease defence, regulation and adaptation processes. This situation makes the assessment approach with biomarkers rather complicated. On the other hand symptoms analysis including functional (behaviour, activity and metabolism) and structural changes in organism (cellular, tissue and organs), the biomarkers do have a significant ecological assessment potential. For landscape planning and environmental management it is necessary to get significant biomarker data or quantitative biochemical responses for relevant and sustainable actions.

8.10 Policies and Practices for Ecosystem Integrity in the Great Laurentian River Basin

Henry Regier, Professor Emeritus, University of Toronto, Canada

My perspective on *ecosystem integrity* owes something to doctoral theses submitted at the University of Kiel: one by Ferdinand Tönnies in 1881; and another by Daniel Pauly in 1979. Within the seminal approaches of each of these two innovators is a strong commitment to *justice*, which is generally taken to be a necessary feature of *ecosystem integrity*.

The Great Laurentian River Basin, in which I have done most of my work, includes a large watery network with five Great Lakes, five Great Rivers that link the lakes to each other and to the Atlantic, as well as many aquifers, wetlands and tributaries. Overall, it resembles the Baltic Basin in many natural and cultural ways, but there are also important differences.

Five *nations* share our Basin: the Anishinabek or Algonkian Aboriginals; the Haudenosaunee or Iroquois Aboriginals; the Quebecois; the English-speaking Americans; and the English-speaking Canadians. Each *nation* has a somewhat different cultural sense of what *ecosystem integrity* means and how it could be realized. Fortunately the Basin's inter-jurisdictional governance has not been compromised by wars for almost two centuries, and mutual accommodation that is reciprocally responsible has been evolving, very slowly and imperfectly.

Within the culture of any *nation*, an *ecosystem* may be perceived dualistically as bi-phasal, with natural and cultural poles or attractors, regardless of the spatio-temporal scale of an ecosystem as nested within the Basin or beyond. With respect to any particular bi-polar ecosystem, regardless of the level of nesting, different interest groups amongst the humans have each created scientific and rhetorical conventions to serve those interests. If the overall encompassing mindset is termed *ecogenic*, then the specialties include the *ecologic*, *economic*, *ecosociologic*, *ekistic* (relating to spatial features of human settlement), *eciatic* (relating to public health of humans and domesticated animals), *ecumenic* (related to explicit or implicit ideology-based governance), etc. Each of these *ecogenic* specialties, plus others, is now involved interactively with the other specialties in the study and governance of the Great Laurentian River Basin.

Incidentally, the *eco* prefix already refers implicitly to a dualistic concept, – a living thing in its encompassing habitat or home which includes other living things. So the epistemology of ecogenics tends to be dialectical, *sui generis*. And the ontology is evolutionary.

With respect to the sciences and their preferred forms of rhetoric, the cultural-natural bipolarity may manifest a constructivist emphasis with respect to the cultural pole and a positivist emphasis with the natural. Scientists who start with an a posteriori or utilitarian ethical

stance have tended to favour quantitative quasi-positivism while those with an a priori or deontological stance may favour qualitative quasi-constructivism. During the emergence of an explicit ecosystem approach in our Basin, utilitarian positivist and deontological constructivist scientists have participated in an implicit and complex dialectic that has become angry only on occasion. I have always participated in studies of both types, mostly iteratively.

Several inter-linked inter-jurisdictional commissions each provide a forum for such dialectical processes that lead to integrated recommendations, to foster ecosystem integrity, by the commissions to the formal governments of the Basin. The focus of the proceedings in these commissions has gradually expanded over the past five decades from environmental and resource abuses at a local level, to the level of individual Great Lakes, to the whole watery domain of the Basin, and recently to the Basin nested within the global Biosphere.

Ferdinand Tönnies' quasi-constructivist dualism of *Gemeinschaft* and *Gesellschaft* is being rediscovered in the Basin and is seen to be helpful in understanding the implicit dialectic between local governance (especially in communities of Aboriginal peoples) and regional governance (that includes some or all of the other *nations*). Tönnies focussed particularly on the economic, psychic and social features of the dualism, as it played out in the region around Kiel a century ago. Tönnies' dualism may be extended to the whole range of ecogenic perspectives in our Basin with respect particularly to interactions between nested ecosystems at the local and regional levels.

Daniel Pauly's quantitative approach to fisheries is based in part on inferences from the work in general systems theory by Ludwig von Bertalanffy. (Bertalanffy sought to transcend the vitalism vs mechanism dualism.) Pauly's current comparative inferences may relate most directly to ecologic and economic interactions between regional/national ecosystems and the global ecosystem or Biosphere, where *ecosystem* is to be understood in an *ecogenic* sense. But Pauly has also worked at the local to regional interface, say with respect to fisheries in South-East Asia. Pauly has used data from fisheries in our Basin to infer quantitative generalizations that are coming to be applied to forecast regional effects on fish and fisheries of global climate change, for example.

My paper will include empirical examples that relate to the scientific aspects of the generalizations sketched above.

8.11 The International Long-Term Research Initiative

James R. Gosz, ILTER Network Committee, Albuquerque, USA

Long-term data are now recognized as crucial to our understanding of environmental change and management. Historically, these studies have been difficult to maintain because of the dominance of short term funding programs, a misconception that long-term studies are merely monitoring, and emphasis on short term experimentation or hypothesis testing of specific interactions or processes under the assumption of equilibrium conditions. The complexity of the environment and the dynamic nature of environmental conditions require additional research efforts that are not only long term, but also address questions of scale dependency, complex assemblages of species and their interactions, and the role of humans in the environment. Long Term Ecological Research (LTER) sites offer this important complement to the more traditional types of ecological research. These sites also provide the oppor-

tunities for interdisciplinary research that is fundamental to understanding the environment. Such collaborations are essential for the development of sustainable management of our natural resources.

The need for collaborations among the numerous scientists and high-quality programs that are involved in understanding the various areas of our globe is an even stronger argument for the development of a worldwide network of LTER sites and programs. As a result of an international meeting in 1993 to focus exclusively on networking of long-term ecological research, an International LTER (ILTER) Network was formed with a mission to facilitate international cooperation among scientists engaged in long-term ecological research. The ILTER Network Committee, now represented by the 25 countries in the ILTER Network, has continued and broadened its activities through annual meetings. The committee has established the following mission statements, based primarily on the 1993 conference:

1. Promote and enhance the understanding of long-term ecological phenomena across national and regional boundaries;
2. Promote comparative analysis and synthesis across sites;
3. Facilitate interaction among participating scientists across disciplines and sites;
4. Promote comparability of observations and experiments, integration of research and monitoring, and encourage data exchange;
5. Enhance training and education in comparative long-term ecological research and its relevant technologies;
6. Contribute to the scientific basis for ecosystem management;
7. Facilitate international collaboration among comprehensive, site-based, long-term, ecological research programs; and
8. Facilitate development of such programs in regions where they do not exist currently.

8.12 Alpine Ecosystem Research Integrating Ecological and Social Processes

Helmut Franz, National Park Berchtesgaden, Deutschland

The National park of Berchtesgaden was established in 1978. In the same year, the professors Ellenberg, Fränzle and Müller presented a study with the title 'Ecosystem Research regarding environmental policies and development planning' on behalf of the German Federal Ministry of Interior. They recommended a ecological information- and evaluation system for the Federal Republic of Germany, which should be based on exemplary main research areas on the basis of ecosystems and ecosystem complexes. A terrestrial main research area should be established in the German alpine space. In the year 1981, the preparations began for the interdisciplinary research project „Human impact on high mountain ecosystems“ – later renamed in „Applied ecosystem research Berchtesgaden“ - within the scope of the UNESCO program „Man and Biosphere, task force 6, high mountain ecosystems (MAB 6)“. It analysed and evaluated in reality ecosystem complexes or landscape systems with the main question: „How do human activities have an effect in the high mountain region on the natural resources like groundwater, surface water, soils, strata, local climate, plants and animals? And what is the retroactive effect of these effects?“ The test area was considered to be a network system with the parts nature, exploitation and society. Scientific project leader was

Prof. Haber from the chair for landscape ecology of the TU München-Weihenstephan. The results of this project, which ended in 1991, form the basis of an applied and practically orientated method for ecosystem research. The results and the project data are basis for the management plan of the national park, which became effective in 2001. Beyond that, the research and the geographic database of the national park were continued on the basis of this project. In the next decade, the national park focuses on two main areas:

- a) HABITALP: Transfer of the analysis and method of the refined data basis of the interpreted color infrared aerial photos of the MaB 6 – to ten other protected areas in the alpine space. The project is financed by the EU in the frame of INTERREG III b.
- b) Planning and implementation of the concept for integrated environmental monitoring, which was developed in the biosphere reserve Rhön, Germany. This concept is based on the projekt ‚Applied ecosystem research Berchtesgaden‘.

In addition, following projects use the high density of spatial data in the national park:

- ATEAM (Advanced Terrestrial Ecosystem Analysis and Modelling. Lead Partner: Potsdam Institute for Climate Impact Research. Funded by the 5th Framework Programme of the European Commission.)
- GLOWA Danube (aims at the development and utilization of the integrated decision support system DANUBIA to investigate ways of sustainable future water use. It will integrate the large expertise of the involved partners to build a platform to commonly solve practical future problems. Lead Partner: Institute for Geography, LMU Munich. Focus in Berchtesgaden: Bayreuther Institute for Terrestrial Ecosystem Research. Funded by the Federal German Ministry of Education and Research.)
- GLORIA (Global observation research initiative in alpine Environments: detecting the effects of climate change on mountain biota on a global scale, funded by the 5th Framework Programme of the European Commission.)
- SPIN (Spatial Indicators for European Nature Conservation. Lead partner: DLR. Focus in Berchtesgaden: Landscape Analysis and Resource Management Research Group, University of Salzburg. Funded by the 5th Framework Programme of the European Commission.)

All these projects and responsibilities include ecological and social analysis and evaluation.

MATERIALIEN 9: ERGEBNISBERICHTE DER RAPPORTEURE DER ARBEITSGRUPPEN

Übersicht:

9.1	Arbeitsgruppe A: Konzeptionelle, methodische und strategische Erfahrungen und Probleme in der Ökosystemforschung	115
9.2	Arbeitsgruppe B: Ökosystemforschung und Ökosystemmanagement - Leitlinien für eine integrative Umweltpraxis	119
9.3	Arbeitsgruppe C: Erfahrungen und Probleme aus der Ökosystemforschung in der Anwendung, Anforderungen aus Politik und Planung	120
9.4	Arbeitsgruppe D: Zukunft der Ökosystemforschung	123

9.1 Arbeitsgruppe A: Konzeptionelle, methodische und strategische Erfahrungen und Probleme in der Ökosystemforschung

“AG-Leiter”: J.C. Munch

“Rapporteur”: M. Hauhs

“Impulsreferent”: J. Filser

“Koordinator”: M. Bredemeier

Deutsch: vorgegebener Text

Englisch: aus der Gruppensitzung

Englisch: nachträgliche Ergänzungen

These 1:

Die Ökosystemforschung hat das integrative Denken im Zusammenhang mit der Analyse von Mensch-Umweltsystemen gefördert.

True within science, but it is only partly true between science and ecosystem management. Integration (between science and management) has worked for agriculture, it should also become true in forestry and nature conservation.

The difficulties are partly due to resistance of practitioners to accept science results and partly due to science results not being designed well enough for practical needs.

These 1 - Fortsetzung:

Trotz des immanent hohen Aufwandes ist die Ökosystemforschung dennoch effizient und ökonomisch, da die in den Vorhaben erhobenen Daten deutlich umfassender genutzt und interpretiert werden können. ...

Yes, but there is no efficiency and economy in basic research, only checks on quality standards.

The distinction of applied and basic aspects of ecosystem research remains difficult to delineate, if not even impossible.

These 4:

Nur eine stärkere Akzentuierung der Forschungsförderung in angewandte und grundlagenorientierte Ökosystemforschung stellt sicher, dass Ökosystemforschung die von ihr erwarteten und versprochenen Resultate erzielen kann.

No, we strongly disagree. Though we agree that basic research should be funded and given room in this context, it remains a crucial part of ecosystem research and cannot be reasonably separated from applied research or management issues.

These 8:

...

Gelungene Interdisziplinarität äußert sich in der Erstellung aussagekräftiger, integrierter Syntheseberichte

Well, a synthesis report is an essential part of the results of an ecosystem project, but can never be the only one (in the sense of a measure of success or failure).

...too short

Kernfragen:

Frage 1: Welches sind die wichtigsten erreichten Fortschritte der Ökosystemforschung und wo liegen die zentralen Ergebnisse in Bezug auf...

Ecology: yes, we have learnt a lot. Today we have more knowledge about ecology of systems, we have results that address ecosystems, ecology of populations, organisms,...

We have learnt how they respond to past changes in their environment (decreased SO_4 , continuing N input,...)

We can sometimes explain our process level observations across spatial compartments, spatial /temporal scales, or hierarchical levels.

The data sets characterising the various ecosystem over time and regions are a major achievement.

Methods:

In many instances new methods were developed and introduced (theoretical, modelling, experimental).

Many tasks became easier to solve when humans were included into the working concepts of research projects (relative to preceding projects that excluded management issues), This also indicates that applied and basic approaches are still deeply intermingled

Organisation:

We have lived interdisciplinarity,

we have successfully cooperated e.g. with colleagues from geosciences and biology, modelling has been established besides experiments and theory and must of course be integrated with both.

We need a more rigorous (informed by theory) organisation of data collection and management.

Applications: The success in reorganisation of science pre-requires success in the two preceding items:

We have acquired and disseminated knowledge about effects with economic implications (productivity changes, risks, human health, quality of services,...)

The patterns of use of products and technologies have changed due to knowledge about ecosystems (e.g. toxicology applications,...)

Frage 2: Hat sich der Ökosystem-Ansatz grundsätzlich auf die ökologische und umweltbezogene Grundlagenforschung und die Forschungslandschaft ausgewirkt? Wurden bestehende Paradigmen modifiziert?

It had a large impact in reorganising research and teaching. In ecosystem projects geosciences became integrated contributors side by side with biosciences. The claim that ecology is only part of biology has been replaced by more comprehensive approaches.

The integration of social and engineering science is still on its way?

Ecosystem research is the forum where paradigms from different disciplines got into fruitful competition, ...

but without a clear winner yet.

Frage 3: An welchen Beispielen lässt sich die Emergenz aufzeigen, welche als wichtige Zielgröße ökosystemarer Ansätze anzusehen ist? Wo, wie und wann wird „das Ganze mehr als die Summe seiner Teile“ (but „more is different“) ? Was bedeutet dies für Umweltforschung und Umweltmanagement?

We define emergence: as a property of a composite which has no inductive approach for inferring it or generating it from the parts of that system.

The concept of ecosystems captures irreducible aspects (hence strong reductionism is in the defensive).

Any example from successful sustainable ecosystem management illustrates an emergent property. Successful means a feature was discovered that could be turned into a function for a civilisation, if this can be done without changing that potential use of the function can be sustained.

(more on this is possible...)

Frage 4: Welches sind die signifikantesten Forschungslücken, die sich nach 25 Jahren Ökosystemforschung auftun und in welchen Bereichen liegt hier der stärkste Nachholbedarf?

Firstly to address this question we reassessed the overall task of ecosystem research Thesis I.1 and I.2 (page 5):

Thesis I.1 can be reformulated as: We seek increased understanding, mostly in the sense of dynamic system theory (the system has a state, etc.)

Thesis I.2 can be formulated as: Then we will provide predictions based on increased understanding in particular in the framework of scenarios.

Today we see this differently: Now the severity of communication problems has become more appreciated: That is why we regard as the foremost societal (environmental) problem:

- Erosion of managerial and valuation experience-based competence (e.g. consider “forester decline”).
- Scale remains a critical issue,

- does the “space for time” substitution really work as well as has been often claimed?
- Search after relevant environmental indicators continues
- Redundancies in ecosystems (replacing one group of organisms by another functional taxon)
- Interactive models (models as communication tools)

Frage 5. Welches sind die durchgreifendsten Probleme, die sich bei der Durchführung von Ökosystemforschungsvorhaben ergeben und wie kann ihnen mit einer optimalen Strategie begegnet werden? Welche Lösungsinstrumente bieten sich an auf der....

Methods: We need methods to deal with scale issues, this topic remain open to technological progress. Try to investigate and measure forces and fluxes within one ecosystem successfully. We need methods to deal more appropriately with the multitude of scale-dependent relationships between structures and functions.

Organisation: Coordinators of ecosystem projects need to be properly trained for and empowered in interdisciplinary project management. This is a long-term commitment and needs professionalism.

Science is linked to careers: in stagnant (academic) job markets it becomes a high risk to work on interdisciplinary topics, because faculty grant open positions in the centre of existing disciplines rather than at the edges where they foster interdisciplinarity.

In the long-term interdisciplinarity must be a forerunner to new disciplines.

Funding: Quality of peers (e.g. funding agencies pretend that projects are split into applied and basic when in fact they are not). Science organisation in Germany is not well set up to deal with problems that fall in between existing classical disciplines. Funding institutions in Germany, such as the DFG, should have established peer systems to properly address ecosystem research programmes. Funding agencies should be more patient and appreciate the temporal scales of the systems under study and of the problems addressed. People must be aware that ecosystem research must involve whole ecosystem complexes for many, and in particular, for practical issues

Applied: Management issues should also appear on the “input side” of knowledge and competence and not only on the “output side”.

Frage 6. Welche Empfehlungen können aus Sicht der Arbeitsgruppe aufgrund der Erfahrungen aus der Ökosystemforschung ausgesprochen werden in die Richtungen Grundlagenforschung? Angewandte Forschung? Wissenschaftsorganisation, Wissensmanagement? Förderpolitik und Förderinstitutionen? Umweltmanagement und Umweltpolitik?

Strategic:

Ecosystems are different and variable and they will remain so in the future. The bottleneck for management lies not only in difficulties in predicting these variability, but to acquire, maintain and update the competence of valuating, assessing and judging them on different scales.

The underlying problem of disseminating the knowledge of complex systems and the ability of good judgement and recommendations is a communication problem. This communication task appears currently not sufficiently supported by funding institutions.

A new technology (in the form of Information Technology) is available, but is not yet exploited up to its full (interactive and communicational) potential.

Information sciences ought to gain a similar importance in ecosystem research that chemistry has acquired in the past decades.

If scientists have to deal with interdisciplinary basic and applied approaches at least on a mid-term perspective funding agencies should face a mid-term cooperation between basic (e.g. DFG) and applied (e.g. UBA) funding sources. E.g. try it on a decision support system...

9.2 Arbeitsgruppe B: Ökosystemforschung und Ökosystemmanagement - Leitlinien für eine integrative Umweltpraxis

“AG-Leiter”: F. Beese

“Rapporteur”: H. Regier

“Impulsreferent”: W. Windhorst

“Koordinator”: J. Barkmann

In Gruppe B wurde zunächst betont, dass eine Reihe von heute selbstverständlichen Prinzipien, nach denen umweltwissenschaftliche Analysen vorgenommen und die bei umweltpolitischen Entscheidungen berücksichtigt werden, auf Ansätzen aus der Ökosystemforschung beruhen. Zu nennen sind hier beispielsweise der *Massenbilanz-Ansatz* (Ionen-Bilanzen der Waldschadensforschung, CO₂-Emissionshandel, regionale Massenbilanzen), der *Bioakkumulations- bzw. Biokonzentrationsansatz* (Ermittlung von Schadstoff-Grenzwerten), die Einsicht in die Erforderlichkeit *dynamischer* und *adaptiver* Managementstrategien und Wirkungsabschätzungen (Naturschutz, UVP).

Unmittelbare Anwendung fanden diese Prinzipien in der *Forstwirtschaft* (Kalkung von 3,5 Mio. ha Wald, politische Bemühungen zur Reduzierung der Schwefel- und Stickstoff-Emissionen z.B. von Großfeuerungsanlagen und Kraftfahrzeugen). Neben Bodendauerbeobachtungsflächen und einer Waldbodenzustandserhebung wurde das EU Level II-Programm eingerichtet (ökosystemares Monitoring auf 800 Flächen in Europa). Im *Agrarbereich* beruht die Düngeverordnung unmittelbar auf einem (vereinfachten) Massenbilanzansatz. Die „gute fachliche Praxis“ wird – zumindest dem Prinzip nach – sektoren- und medienübergreifend definiert. Nicht ausschließlich, aber stark die Agrarwirtschaft betreffend ist der integrierte, ökosystemare Einzugsgebietsansatz der EU-Wasserrahmen-Richtlinie. Für den *Naturschutz* ist neben der Dynamisierung von Schutzkonzepten die Berücksichtigung der ökosystemaren Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung von Bedeutung. Die Anwendungsbedeutung für das Nationalparkmanagement in jüngster Zeit ist kaum zu überschätzen (z.B. Muschel- und Fischereimanagement, systemare Umweltbildungskonzeption, Renaturierung der Salzmarschen, sozio-ökonomisches Monitoring). Unter wissenschaftspolitischen Gesichtspunkten muss auch die Einrichtung einer Reihe von integrativ arbeitenden Umweltforschungseinrichtungen nach 1990 in Ostdeutschland als mittelbarer Effekt der Übernahme ökosystemaren Gedankenguts in die politische Praxis gewertet werden.

Hinsichtlich der systemar inspirierten Schutzkonzepte *Ecosystem Health* und *Ecological Integrity* empfiehlt die Arbeitsgruppe, eine strukturelle Komponente von einer funktionalen zu unterscheiden. Die strukturelle Komponente wird im anglo-amerikanischen Raum mit Phänomenen wie *naturalness* und *wilderness* identifiziert. Für diese strukturellen Komponente stehen ausreichende und besser angepasste kontinentaleuropäische Naturschutzkonzeptionen bereit. Die funktionale Komponente könnte als Leitlinie für einen langfristigen ökologi-

schen Risikoschutz interessant sein, da sie bislang schlecht greifbare, Generationen-übergreifende Aspekte des Schutzes der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts operationalisiert.

Obwohl es keine scharfe Abgrenzung gibt, favorisiert die Gruppe einen größeren Stakeholder-Input für Programme *angewandter* Ökosystemforschung und eine größere *wissenschaftliche Autonomie* für grundlagenorientierte Forschung. Universitäre Ökosystemforschung muss durch Möglichkeiten zur Mitnutzung der Forschungsplattformen der Großforschungseinrichtungen erleichtert werden. Schwerpunkte für die Weiterentwicklung der internen Forschungsorganisation betreffen Fragen der inhaltlichen und finanziellen Rechenschaftspflichten, der Sicherstellung der Datenqualität und des freien Zugangs zu Daten, die mit Hilfe öffentlicher Mitteln erhoben wurden („sunshine principle“). Ein engere Austausch mit den Kommunikationswissenschaften wird angeregt (Partizipation, Technologie- und Wissenstransfer, Interdisziplinarität).

9.3 Arbeitsgruppe C: Erfahrungen und Probleme aus der Ökosystemforschung in der Anwendung, Anforderungen aus Politik und Planung

“AG-Leiter”: K. Dierssen

“Rapporteur”: T. Höpner

“Impulsreferenten”: B. Hain & K. Tobias

“Koordinator”: K. Schönthaler

1. Welche Anforderungen wurden und werden von Seiten der Umweltpraxis an die Ökosystemforschung gestellt? Wurden diese Anforderungen erfüllt oder bestehen hier noch Umsetzungsdefizite?

Beispiele: UBA erbat von Ökosystemforschung Berchtesgaden eine Prüfung der Eignung des vorhandenen Wald-Datensatzes für Formulierung von Umweltqualitätszielen. Später wurde vom UBA und dem Land Bayern eine Fallstudie über Waldschäden angeregt und von dem Ökosystemforschung-Team auch durchgeführt. Gesamtbericht Ökosystemforschung Schleswig-Holstein war Start der Novellierung des Nationalparkgesetzes. Dass der angewandte Endbericht den Untertitel „Grundlagen für einen Nationalparkplan“ hat, stieß nicht auf uneingeschränkte Akzeptanz. Die positive Wirkung ist trotzdem vorhanden. Anforderungen der Umweltpraxis sind im Antrag zur Ökosystemforschung Schleswig-Holstein schon vorgesehen gewesen. Ökosystemforschung Wattenmeer Niedersachsen beriet die Landesregierung vor dem Erlass eines Miesmuschel-Managementplans. UVP Europipe (1996/97) wurde weitgehend durch Mitarbeiter der Ökosystemforschung unter Benutzung von Material aus der Ökosystemforschung und Anwendung eines ökosystemaren Ansatzes erstellt. Die Ökosystemforschung hat außerdem folgende Beiträge für die Umweltpraxis geliefert: Beiträge über Wattenmeer-Biosphärenreservate in „Biosphärenreservate in Deutschland“ (AGBR 1995), Zulieferungen an das Trilaterale Wattenmeer-Sekretariat für den Wadden Sea Quality Status Report 1999. Außerdem Rolle der Ökosystemforschung bei der Entwicklung des TMAP. Flemings Sedimentbilanz und die Auswirkungen auf CZM.

Wichtig ist, dass Anforderungen der Umweltpraxis schon in das Projektdesign aufgenommen werden. So sollte schon während der Datenerhebungen geprüft werden, wer welche „Übersetzung“ für die Umweltpraxis leisten wird und wie die Daten bereitgestellt werden. Auch wenn sich die Erwartung der Umweltpraxis in erster Linie an die angewandte Ökosystemfor-

schung richtet, können auch Grundlagenvorhaben Beiträge für die Umweltpraxis liefern (z.B. Solling-Projekt).

2. Welche Anforderungen wurden und werden von Seiten der Ökosystemforschung an die Umweltpraxis gestellt? Wurden diese Anforderungen erfüllt oder bestehen hier noch Umsetzungsdefizite?

Die Nationalparkverwaltungen waren bei den drei alten Ökosystemforschung jeweils an den Konzeptionen und Anträgen beteiligt. Ökosystemforschung kooperierte in allen drei alten Vorhaben gut mit den Nationalparkverwaltungen, die ihrerseits in den Leitungsgremien vertreten waren. Die Nationalparkverwaltungen profitierten an Stellen und Sachmitteln, z.B. durch Einrichtung oder Erweiterung von EDV-Ausrüstungen und Einrichtung von GIS und Datenbanken. Deshalb wurden die Anforderungen der Ökosystemforschung an die Nationalparkverwaltungen in der Regel erfüllt. Es gab in allen drei Fällen die jeweils gemeinsame Überzeugung des gegenseitigen Gewinns durch Zusammenarbeit.

Daten zu Tourismus, Fischerei, Seehunden, Vogelzählungen, Schifffahrt usw. wurden in der Regel von den zuständigen Behörden ohne Probleme bereitgestellt.

Erschwernisse: Übergabe von Daten von Behörden an Ökosystemforschung scheiterte manchmal an noch bestehendem Misstrauen oder Konkurrenzgefühlen. Umgekehrt trauten Mitarbeiter der Ökosystemforschung den Daten der Behörden nicht unbedingt und erhoben sie lieber selbst.

Das Bewusstsein, das Bund und Land die Ökosystemforschung gemeinsam betrieben und dass deshalb die gewohnten Fronten (Forschung versus Praxis) nicht zutrafen, setzte sich erst langsam durch.

3. Welche konkreten Beispiele können herangezogen werden, um einen erfolgreichen Wissens- und Methodentransfer zu demonstrieren?

ÖSF Berchtesgaden: Fallstudien Waldschäden, Winterolympiade, Almen-Auflassung, Nationalparkplan an das Land und den Nationalpark. Ökosystemforschung Schleswig-Holstein: Ökologische und vor allem ornithologische Informationen für Anlage und Änderung von Wegeführungen im Nationalpark, Inhalt und weitgehend auch Zusammenstellung des Umweltatlases Wattenmeer, so auch in Niedersachsen; ebenso in beiden Fällen Sozioökonomie der Fischerei und des Tourismus. Ökosystemforschung Niedersachsen: das Land übernahm Grundlagen eines Miesmuschelmanagements, die Zusammenstellung der Nutzungen und Belastungen des Nationalparkgebiets, die Luftbildinterpretationen der Bestandserfassungen und Biotopklassifizierungen sowie die Datenbankentwicklungen. Praxis der Kompensationskalkulation, Waldumbau (Göttingen, Bayreuth), forstliches Monitoring (EU-weit realisiert). Ergänzungen sind nötig und sicherlich auch möglich.

4 Hat sich Ökosystemforschung förderlich ausgewirkt auf...

- Planungsmethoden,
- Umweltbeobachtungsstrategien,
- Indikatorenableitungen,
- Modellanwendungen,
- Lösungen konkreter Umweltproblemfelder ?

Planungsmethoden: Die flächendeckende Einführung des GIS und die Verteilung der dafür nötigen Personalkompetenz ist das Ergebnis der Ökosystemforschung. Dies gilt auch für die Umweltdatenbank mit später dezentraler Datenhaltung in Wilhelmshaven und Tönning, auch wenn noch Mängel bestehen. Naturschutzfachliche Bewertung in Nationalparks. Das Denken in Wirkungsstrukturen und –netzen wurde gefördert, auch wenn es sich noch nicht in Methodenbausteinen niedergeschlagen hat. Die Ökosystemforschung hat die Diskussion um Zielhierarchien (Umweltqualitätsziele und -standards) befördert. Beispiele: trilaterale Ecotargets, Umweltqualitätsziel-Projekte in allen Ökosystemforschung, Szenariotechnik.

Umweltbeobachtungsstrategien: Die Parameter und die Erhebungsmethoden der Umweltbeobachtung kommen im Wesentlichen aus der Ökosystemforschung und konnten bis in den Bereich der trilateralen Zusammenarbeit vermittelt werden (TMAP, im terrestrischen Bereich der Kerndatensatz der ökosystemaren Umweltbeobachtung, Level II, Ökologische Planung, Sondergutachten 1990, Umweltprobenbank, GIS-Umweltbeobachtung).

Indikatorableitungen: critical levels, critical loads, Input in TMAP, stoffliche Kombinationen der Waldschadensbilder (neu).

Modellanwendungen: Messerli-Konzeptmodell (Berchtesgaden) hat sich als Standard etabliert. Simulationsmodell Sylt-Rømø-Watt wartet noch auf Anwendung bzw. geht in die GKSS-Arbeit ein. Modelle der ÖSF sind der Kern der Modellvorhaben der DFG-geförderten „Forscherguppe Watt“ in Oldenburg. Manches ist praxis- und planungsrelevant, aber noch nicht anwendungstauglich. Depositionsmodelle aus der Waldschadensforschung. Diese Aufzählung ist sicherlich ergänzungsbedürftig.

Lösungen konkreter Umweltproblemfelder: Schiff-Folgen durch Seevögel erkannt als wesentliche Verschiebung der Nahrungsbasis, rationale Grundlagen für ein Miesmuschelmanagement, Eutrophierungsproblematik und Erklärungsmuster Schwarze Flecken, Einrichtung einer Schweinswal-Schutzzone, Linderung von Konflikten zwischen Besuchern und Brutvögeln, Vorlandmanagement-Konzept.

Welche Empfehlungen können aus Sicht der Arbeitsgruppe aufgrund der Erfahrungen aus der Ökosystemforschung ausgesprochen werden in die Richtungen...

- Grundlagenforschung,
- angewandte Forschung,
- Projektsteuerung, Struktur, Wissenschaftsmanagement,
- Förderpolitik und Förderinstitutionen,
- Umweltmanagement und Umweltpolitik?

Engere Kooperation zwischen Umweltpraktikern und –forschern erreicht, z.B. durch Mitgliedschaften in Gremien (wie durch Mitglieder der Ökosystemforschung praktiziert).

Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse der Ökosystemforschung kann wichtiger sein als inhaltliche Tiefe.

Neue Themen für die grundlagen- und angewandte Forschung: Ökologie der gentechnisch veränderten Organismen, Nahrungsmittelproduktion und Naturschutz, Ökotoxikologie und Naturschutz, Klimafolgenforschung, Stofftransporte, z.B. Waldböden, Wasserrahmenrichtlinie.

Grundlagenforschung: Ökosystemforschung Watt klärte offensichtliche Fragen an Grundlagenforschung (z.B. Import von abbaubarem C in den Wattbereich hinein) so weit, dass DFG-Förderung möglich wurde.

Projektsteuerung: Leitungsstrukturen der Ökosystemforschung sehr bewährt und als Muster für andere Gelegenheiten verwendet, auch von Umweltpolitik anerkannt.

Empfehlungen: Verbesserung des Transfer der Forschungsergebnisse sollte Projektbestandteil sein, a) in struktureller Hinsicht, b) in inhaltlicher Hinsicht. Beispiele: Indikatoren, praxistaugliche Planungsmethoden (z.B. Wirkmodelle, Landschaftspotenziale und Wechselwirkungen, routinetaugliche Messverfahren).

Daten länger aufheben (wie GLP), Datenmanagement verbessern, technische Standards anpassen. Analog der Umweltprobenbank sollte es Umweltdatenbank geben (vgl. Zentralarchiv für empirische Sozialforschung), verbesserte rechtliche Grundlagen für Datenhaltung, deutlichere Kooperation der fördernden Institutionen.

9.4 Arbeitsgruppe D: Zukunft der Ökosystemforschung

“AG-Leiter”: E. Matzner

“Rapporteur”: H. Wiggering

“Impulsreferent”: F. Müller

“Koordinator”: F. Müller

Folgende Fragen werden durchlaufend den Ausführungen hinterlegt:

- Welchen Kenntnisstand haben wir erreicht?
- Offene Fragen!
- Angestrebte Zielsetzung?

1. Inhalte für die zukünftige Ökosystemforschung

- Leitbilddiskussion/Nachhaltige Entwicklung
- Regionalisierung/Skalierung
- globale Änderungen/Ökosystemfunktionen
- Biodiversität und Funktionen
- Interaktionen zwischen Ökosystemen
- Extremereignisse
- Rückkopplung zu gesellschaftlichen Prozessen

zu: Leitbilddiskussion/Nachhaltige Entwicklung

- ÖF in weiterreichenden Kontext stellen
- Ansätze zur effektiveren Umsetzung der ÖF aufzeigen
- Beiträge zur Zielediskussion leisten
- *Funktionsräume* definieren/Belastbarkeiten
- Indikatoren mit adäquaten Aggregationsniveaus bereitstellen

zu: Regionalisierung/Skalierung

- räumlicher Bezug/räumlich gültige Aussagen
- Regionalisierung der Ökosystemfunktionen
 - > Vorgehensweise auf unterschiedlichen Skalenebenen
 - > Validierung

- Indikatoren entwickeln, um Funktionen abzubilden
- aus Theorieansatz notwendige Einzeluntersuchungen ableiten
- adäquate Modellansätze entwickeln

zu: globale Änderungen/Ökosystemfunktionen

- biologische Senken/Monitoringansätze/regulatorische Funktionen/Adaption der Ökosysteme
- Erkenntnisse der Ökosystemforschung weiterreichend in Klimamodellierung einbinden

zu: Biodiversität und Funktionen

- Biodiversitätsproblematik stärker systemisch angehen
- testbare Hypothesen aufstellen/welchen Ansatz verfolgen?/Methodenentwicklung notwendig/ experimentelle Ansätze

zu: Interaktionen zwischen Ökosystemen

- stärker urbane Systeme mit in die Betrachtung einbeziehen
- noch nicht behandelte Ökosysteme identifizieren und untersuchen

zu: Extremereignisse

- Beiträge zu Risikoforschung sowie Vorhersagemöglichkeiten bereithalten
- stärker historische Betrachtungen einbeziehen
 - > Langzeituntersuchungen/Lanzeitdatenanalysen
 - > Erholungsfähigkeit
 - > Reversibilität
- experimentelle Ansätze entwickeln/nichtlinare Prozesse

zu: Rückkopplung zu gesellschaftlichen Prozessen

- gesellschaftliche Bewertung von Ökosystemfunktionen
- Akteursgruppen sollten stärker aufeinander zugehen
- Politiken und Programme auf ökosystemare Relevanz prüfen

2. Strukturen für die zukünftige Ökosystemforschung

- Interdisziplinarität
- Wissenstransfer
- Monitoring-Systeme
- Experimente (mit Ökosystemen)
- institutioneller Rahmen/Netzwerkbildung

zu: Interdisziplinarität

- weitere Öffnung v.a. in die Sozialwissenschaften notwendig
- entsprechendes Projektmanagement aufbauen
- von Anfang an als Ziel vorgeben und verschiedene Disziplinen nach dem jeweiligen Bedarf einbeziehen/Identifikation erzeugen
- fachspezifische Innovationen sicherstellen
- gute fachliche Praxis/Kriterienkatalog für Interdisziplinarität weiterentwickeln

zu: Wissenstransfer

- themenspezifisch Zielgruppendifkussion erforderlich
- Adressaten frühest möglich einbeziehen
 - > Fachdisziplinen

- > Hochschulen/Studierende
 - > Entscheidungsträger
 - > Gesellschaft insgesamt
- Publikationsverhalten ändern

zu: Monitoring-Systeme

- bestehende Monitoringsysteme für Ökosystemforschung nutzen
- Zusammenführung unterschiedlicher Messprogramme notwendig
- Entwicklung neuer Ansätze/Datenqualität/Harmonisierung von Methoden
- aus DSS aufzeigen, welche Monitoringanforderungen im systemaren Kontext erforderlich sind

zu: Experimente (mit Ökosystemen)

- in situ-Experimente in den Ökosystemen
- harte Tests für die Modelle/Hypothesen notwendig/Validierung
- Zwischenschritte in der Skalierung ausfüllen

zu: institutioneller Rahmen

- Netzerkennungen
 - > europäische Netzwerke
 - > nationale Netzwerke/Geschäftsstelle
- deutsches LTER-Programm/deutsche Beiträge zum internationalen LTER
- Förderpolitik beeinflussen
- Möglichkeiten der Fortführung bestehender Strukturen/Verpflichtungen ausloten/nutzen

MATERIALIEN 10: WESENTLICHE ERGEBNISSE VON ÖKOSYSTEMFORSCHUNGS-VORHABEN

Übersicht:

10.1	Auskünfte aus der Fragebogenerhebung	126
10.2	Auskünfte auf direkte Anfrage	137
10.2.1	Ökosystemforschung im Schleswig Holsteinischen Wattenmeer - Anwendungserfolge	137
10.2.2	Transfer aus der Ökosystemforschung im niedersächsischen Wattenmeer	139
10.2.3	Anwendungserfolge der Ökosystemforschung in Göttingen und ihre Auswirkungen auf Politik, Verwaltung und Gesetzgebung	140

10.1 Auskünfte aus der Fragebogenerhebung

Die im Folgenden in alphabetischer Reihenfolge wiedergegebenen Zusammenfassungen von Forschungsergebnissen sind wörtlich den Antworten aus der Fragebogenerhebung entnommen. Es wurden lediglich kleine redaktionelle Änderungen vorgenommen. Die Darstellungen sind Antworten auf Frage Nr. 6.3 in Fragebogen 1 (s. Materialien 2.2) mit dem folgenden Wortlaut:

Welches sind die wichtigsten konkreten Ergebnisse, die „Ihr/Ihre“ Vorhaben der Ökosystemforschung hervorgebracht hat/haben und die im Kontext der Umweltwissenschaft wichtige Impulse und Fortschritte angeregt oder bewirkt haben (nennen Sie z.B. stichpunktartig die Ihres Erachtens 10 wichtigsten Resultate)?

Überblick über die Projekte, zu denen Informationen überliefert wurden:

Titel des Vorhabens	Durchführende Institutionen
Across Trophic Level System Simulation Program	U.S. Geological Survey, Biological Resources Division
Biodiversität und Ökosystemfunktionen in bewirtschafteten Grünländern	Universität Jena, MPI für Biogeochemie Jena
Einfluss des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme - Nationalpark Berchtesgaden (MAB 6)	TU München-Weihenstephan
Erfassung und Bewertung von Landschaftsfunktionen und ihren Veränderungen in Testgebieten Sachsens	Sächsische Akademie der Wissenschaften, TU Dresden, UFZ Leipzig/Halle
Forstliches Umweltmonitoring	BMVEL und Versuchsanstalten der Länder
Grundlagen zur nachhaltigen Entwicklung von Ökosystemen bei veränderten Umgebungsbedingungen	BITÖK, Universität Bayreuth
IBP (International Biological Programme), NSSE (Nordic Subarctic-Subalpine Ecology), HIBECO (Human interactions with the Mountain Birch Forest Ecosystems) – Fennoscandian Tundra Studies	mehrere skandinavische Universitäten und Forschungsinstitutionen
KUSTOS-Projekt (Küstennahe Stoff- und Energieflüsse – der Übergang Land-Meer in der Südöstlichen Nordsee)	Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg
Louisiana crayfish, alien species in Portugal: Bioecology, impact and control	IMAR University of Coimbra
LTER in Loch Vale Watershed, Rocky Mountain National Park	U.S. Geological Survey, Colorado State University
Network for forest ecosystem data in Norwegian Russian border area	Norwegian Forest Research Institute, Soil Science Faculty Moscow, Physica Faculty of Moscow State University

Titel des Vorhabens

Durchführende Institutionen

Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette

Universität Kiel

Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer

Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning

PRISMA-Projekt (Prozesse im Schadstoffkreislauf Meer-Atmosphäre)

Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg

SHIFT-Teilprojekt „The Central Amazon Floodplains – Actual Use and Options for a Sustainable Management“

MPI für Limnologie Plön, Universität Stuttgart-Hohenheim, Universität Kiel, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia Manaus, Universidade Federal do Amazonas Manaus

Sonderforschungsbereich (SFB 248) Stoffhaushalt des Bodensees

Universität Konstanz, Universität Heidelberg, Institut für Seenforschung Langenargen

SYKON-Projekt (Synthese und Neukonzeption von Nordseeforschung)

Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg

Verbundprojekt Veränderungsdynamik von Wald-ökosystemen

Forschungszentrum Waldökosysteme der Universität Göttingen

WET

Ökologiezentrum der Universität Kiel

ZISCH-Projekt (Zirkulation und Schadstoffumsatz in der Nordsee)

Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg

Across Trophic Level System Simulation Program

Auskunft erteilte: Dr. DeAngelis, Donald L., U. S. Geological Survey, Biological Resources Division, Department of Biology, University of Miami, USA

1. A number of landscape "index" models have been developed, which have served as performance measures for how future water regulation may affect biota.
2. Several landscape computer simulation models of particular species have been developed, calibrated, and to some extent validated.
3. Specific information has emerged from the modeling, such as a better understanding of the habitat use of certain species, that will be useful in management.

Biodiversität und Ökosystemfunktionen in bewirtschafteten Grünländern

Auskunft erteilte: Dr. Nina Buchmann, MPI für Biogeochemie, Jena

- Bodenatmung $\Rightarrow$ 50% Wurzelatmung (Nature 2001)
- N-Deposition wird zu 80% im Boden vollständig festgelegt, wichtige Rolle der Begleitvegetation (Oecologia, Biochemistry)
- Isotopensignatur des CO_2 -Nettoaustauschs spiegelt Vegetationsgeschichte des Bestandes wieder (Agr. Forest Meteo)
- Bodenatmung: enger Zusammenhang mit GPP (Global Biochemical Cycles)
- Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse von Blättern kann hinzugezogen werden, um funktionale Gruppen zu bilden (Oecologia)
- CO_2 -Profile im Bestand können mit einfachen Größen gut modelliert werden (Funct. Ecol.)

Einfluss des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme - Nationalpark Berchtesgaden (MAB 6)

Auskunft erteilt: Prof. Dr. Dr. hc Wolfgang Haber, Lehrstuhl für Landschaftsökologie der TU München in Weihenstephan, Freising

- Weiterentwicklung des Nationalpark- und Biosphärenreservatskonzeptes
- hierarchische Systemmodelle
- Konzept der ökosystemaren Umweltbeobachtung
- Szenariotechniken
- GIS-Weiterentwicklung
- Biodiversitätsstrategie
- ...

Erfassung und Bewertung von Landschaftsfunktionen und ihren Veränderungen (Landschaftswandel, Monitoring) in Testgebieten Sachsens

Auskunft erteilt: Dr. Olaf Bastian, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Arbeitsstelle „Naturhaushalt und Gebietscharakter“, Dresden

- Brauchbarkeit des Ansatzes „Landschaftsfunktionen/Naturraumpotenziale“ im Rahmen der Umweltbeobachtung (Monitoring) wurde bewiesen
- Auswahl und Testung geeigneter Indikatoren
- Methodische Ansätze der Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf gesellschaftlich relevante Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes
- Hierarchisch abgestufte Bearbeitungsweise in verschiedenen Maßstabsbereichen

Forstliches Umweltmonitoring

Auskunft erteilt: Thomas Haußmann, BMVEL, Bonn

- Verbreitung der Waldschäden (regional, Baumarten)
- Entwicklung der Waldschäden
- Belastbarkeit des Ökosystems (Critical Loads)
- Ursachen der Waldschäden
- Wirkungszusammenhänge innerhalb des Ökosystems

Grundlagen zur nachhaltigen Entwicklung von Ökosystemen bei veränderten Umgebungsbedingungen, BITÖK

a) Auskunft erteilt: Prof. Dr. Michael Hauhs, BITÖK, Universität Bayreuth

Die folgende Liste bezieht sich auf die Punkte, die wir als wichtige Meilensteine für die Arbeitsgruppe ansehen. Ich möchte damit keine Antwort auf die Frage nach der Außenwirkung dieser Resultate geben.

1. Ökosysteme sind keine Zustandssysteme, sondern nur über interaktive Schnittstellen zu managen. Dementsprechend sind die Modelle zu entwickeln, wenn es um Fragen der Lenkung, Kontrolle und Bewertung von Ökosystemen geht.

2. Zeitreihen aus hydrologisch definierten Ökosystemen zeigen im Hinblick auf ihren Informationsgehalt eine Charakteristik, die sie von anderen Datensätzen der Umweltforschung unterscheidet. Dieses Ergebnis liefert einen Ansatzpunkt zum Verständnis der oben genannten Probleme der traditionellen Auswertungs- und Modellansätze (dieser Punkt ist offen und in der Diskussion).
3. Erfahrungswissen aus dem (reproduzierbaren) Ökosystemmanagement kann nicht durch naturwissenschaftliche Erkenntnis "de novo" ersetzt, sondern nur im Nachhinein erklärt, kompakt dargestellt und wirksam kommuniziert werden.
4. Vorhersagen, die über die bisherigen Beobachtungen hinausführen, sind darum im Unterschied zu physikalisch/chemischen Systemen nicht möglich.
5. Im Unterschied zu rein physikalisch/chemischen Systemen lässt sich die Geschichte eines gegebenen Ökosystems interaktiv rekonstruieren, wenn die Nutzungsgeschichte auf reproduzierbaren Effekten beruhte.
6. Die bisherige Fixierung der Ökosystem-Modellierung auf Vorhersageziele wird weder dem Problem (veränderte Umwelt von Ökosystemen), noch den vorhandenen Kompetenzen der Praxis, noch den technischen Möglichkeiten der heutigen IT gerecht.
7. Neue nichtlineare Verfahren der Zeitreihenanalyse verfeinern die Entdeckung von Inhomogenitäten in ökologischen und hydrologischen Datensätzen.
8. Für die Beschreibung von Leben (von der Zelle bis zum Ökosystem) kann Interaktivität als eine „ontische“ Kategorie betrachtet werden.
9. Der Wechsel von interaktiver Selektion und algorithmischer Berechnung verbindet das Forschungsgebiet des künstlichen Lebens mit dem der Ökosystemmodellierung.
10. Das Konzept der (interaktiven) Modellierung bietet einen Ansatzpunkt zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit.

b) Auskunft erteilt: Prof. Dr. Egbert Matzner, BITÖK, Bodenökologie, Universität Bayreuth

- Prognose der Sickerwasserausträge durch Indikatoren ist für einige Mineralstoffe möglich.
- Wechselwirkungen bestehen zwischen N und Zersetzung von Streu sowie der Akkumulation von Humus: Folge erhöhte C-Sequestrierung in Böden.
- Bedeutung von gelösten organischen Komponenten für den C-Umsatz in Waldökosystemen: hoch, vermutlich wichtige Quelle für langfristig im Boden festgelegten C.
- Bedeutung anaerober Prozesse in Böden für den C, N und S Umsatz in Waldökosystemen ist hoch.
- Einfluss von Bestandesstrukturen und klimatischen Randbedingungen auf den Wasserverbrauch der Vegetation kann quantifiziert werden.
- Bedeutung der Deposition von Nebel für die Stoff- und Wassereinträge. Besonders für N bedeutsam.
- Rolle vermoorter Bereiche in der Landschaft für den Stoffhaushalt: Reduktive Prozesse haben eine große Bedeutung.
- Fließwege im Untergrund bestimmen die Dynamik der Qualität des Oberflächenwassers.
- Reversibilität von Boden- und Gewässerversauerung ist verzögert.

- Abnehmende Ca- und Mg-Einträge aus der Deposition machen Kalkungen nach wie vor erforderlich.

IBP (International Biological Programme), NSSE (Nordic Subarctic-Subalpine Ecology), HIBECO (Human interactions with the Mountain Birch Forest Ecosystems) – Fennoscandian Tundra Studies

Auskunft erteilte: Prof. Dr. Wielgolaski, Franz-Emil, Department of Biology, University of Oslo, Norway

The ten most important results from our IBP, NSSE and HIBECO studies in Fennoscandian tundra and Nordic subalpine-subarctic (mountain birch) ecosystems are:

1. Structure, production, functioning and response patterns.
2. Growth form studies as related to water and nutrients.
3. CO₂, light and temperature responses.
4. Nutrient uptake rates as related to growth.
5. Vegetation mapping and phenology.
6. Phenology and growth in mountain birch populations in transect gardens.
7. Climate effects on survival and distribution of autumnal moth and other invertebrates.
8. Population dynamics in small rodent populations.
9. Interaction between birch and undergrowth, and ungulate grazing (sheep, reindeer).
10. Sustainable use of ecosystem resources.

KUSTOS-Projekt (Küstennahe Stoff- und Energieflüsse – der Übergang Land-Meer in der Südöstlichen Nordsee)

Auskunft erteilte: Prof. Dr. Jürgen Sündermann, Institut für Meereskunde, Hamburg

Die notwendige Datenbasis für die empirische Bestimmung von Stoff- und Energieflüssen, für die Formulierung von physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen und für den Antrieb und die Verifikation der atmosphärischen und ozeanischen Modelle wurde durch die drei KUSTOS-Zentralexperimente im Frühjahr, Sommer und Winter geschaffen.

Insgesamt sind einmalig vollständige und vielseitige Datensätze gewonnen worden, die eine ausgezeichnete Referenz für die Realitätsnähe und Robustheit von Modellsimulationen darstellen.

Als weitere Beobachtungskampagne wurden Mesokosmos-Experimente im August und September 1995 auf Helgoland durchgeführt. Es wurden einerseits Effekte unterschiedlicher N/P-Verhältnisse bei ausgewählten Salinitäten des Mediums und andererseits Auswirkungen der Spurenstoffe Kupfer und Mangan in Kombination mit Silikat auf die Planktonentwicklung und Kohlenstoffbilanz untersucht.

Die Modellsimulationen bildeten einen integralen Teil von KUSTOS. Sie betrafen Strömungen, Temperatur, Salzgehalt und Schwebstoffkonzentrationen im Wasserkörper, einen limitierenden Nährstoff (Phosphor) sowie die Primärproduktion. Meteorologische Modelle liefern den atmosphärischen Antrieb, Stofftransporte auf dem Luftpfad und Depositionsraten. Ferner gestatten berechnete Rückwärtstrajektorien eine realistische Interpretation von Depositionsmessungen.

Das aus dem PRISMA-Projekt übernommene hydro- und thermodynamische Modell des Wasserkörpers wurde auf die Anforderungen der KUSTOS-Thematik insofern erweitert, dass der küstennahe Bereich inklusive der Watten aufgelöst werden kann. Dafür war es einerseits erforderlich, das Trockenfallen von Wattflächen zu implementieren, andererseits die Wärme-flüsse zwischen dem Watt, der Atmosphäre und dem Wasserkörper bestmöglich zu parametrisieren. Als weiterer Schwerpunkt wurde die Kopplung der meteorologischen Modelle mit den ozeanographischen Modellen gesetzt.

Die hochauflösenden ozeanographischen und meteorologischen Modelle sind zur Simulation der Zentralexperimente eingesetzt worden. Die dabei erzielte Übereinstimmung beobachteter und berechneter hydrographischer Felder ist auch im europäischen Maßstab beispielhaft.

Bezüglich der Biologie wurden ein Wassersäulenmodell und ein horizontales Transportmodell zu einem dreidimensionalen Primärproduktionsmodell für die Nordsee gekoppelt. Insgesamt zeigen die zusammengetragenen Datensätze, dass das Modell die regionalen Strukturen der Phytoplanktodynamik gut abbildet. In der Endphase wurde der Primärproduktionsmodul in das Nordsee-Schwebstofftransportmodell eingesetzt.

Louisiana crayfish, alien species in Portugal: Bioecology, impact and control

Auskunft erteilte: João Carlos Marques, IMAR – Institute of Marine Research, Department of Zoology, Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra, Portugal

- Definition of a best possible strategy for the use of crayfish living in rice fields as a resource.
- Impact, at regional level, on decreasing the pollution due to the use of chemical to eradicate crayfish populations from rice fields.
- Contribution to the development of more holistic ecological indicators of the state of ecosystems.
- Improvement of the interface between modelling and empirical research and between research (as a whole) and decision making.

LTER in Loch Vale Watershed, Rocky Mountain National Park

Auskunft erteilte: Ph.D. Jill S. Baron, U.S. Geological Survey, Natural Resource Ecology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins

Slight excess N deposition has caused subtle but measurable changes in ecosystem nutrient cycling, lake productivity, and aquatic assemblages. The deposition is an order of magnitude lower previously studied, showing the very beginnings of ecological change.

Network for forest ecosystem data in Norwegian Russian border area

Auskunft erteilte: Serguei Koptsik, Faculty of Physics, Moscow State University, Moscow, Russia

1. The use of the two qualitatively different (macroscopic and microscopic) approaches to investigation of ecosystems.
2. Conclusion about the statistical character of the Sverdrup's law (1990) for surface area of coarse-textured soils. Suggestions about an extension of use of this law to the distinct soil components.

3. Estimation of forest ecosystem vulnerability to air pollution in fragile boreal environment in the Northern Fennoscandia.
4. Forest is damaged through both direct and indirect (via soils) effect of air pollution.
5. Demonstrate that subarctic coarse and thin podzols prevailing in the area seem to be highly sensitive to acid deposition. According to the field observation there is no evidence for strong soil acidification effects close to the smelter. That is a result of the geological features of the territory and alkaline dust deposition. However, the deep penetration of acidity, close correlation of exchangeable acidity with base cation content and their depletion from the topsoil, decreased concentrations of exchangeable potassium and magnesium on organic horizons towards the pollution source confirm the started soil acidification in the study area.
6. Model estimation (PROFILE) of soil weathering rates and their steady-state BC/Al values. According to model calculation (SMART) the soils of forest ecosystems will acidify severely within the next 20-30 years unless there are drastic reductions of the SO₂ emissions from the "Pechenganikel" smelter.
7. Calculation and mapping critical loads of acid deposition for forest ecosystems in the Kola Peninsula and in the European Russia.
8. Estimation of plant and soil contamination by heavy metals in forest ecosystems in the Kola Peninsula.
9. The objectively structured patterns (multivariate ordination diagrams) of the ecosystem and soil state and plant-soil relations were obtained.
10. Stressing the significance of soil quality and diversity for plant diversity conservation in terrestrial ecosystems.

Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette

Auskunft erteilt: Prof. Dr. Otto Fränzle, Geographisches Institut der Universität Kiel

1. Quantifizierende Erfassung und Modellierung von Stoff- und Energieflüssen in und zwischen Ökosystemen;
2. paläontologisch und isotonenchemisch unterbaute Analyse der Entwicklung und unterschiedlichen anthropogenen Belastung von Ökosystemen anhand der einen Zeitraum von 9000 Jahren umfassenden saisonalgeschichteten Bodensedimente des Belauer Sees;
3. Vergleich verschiedener Modelltypen für die quantitative Fassung von Stoffströmen zwischen terrestrischen und aquatischen Ökosystemen;
4. Untersuchung der Extrapolationsmöglichkeiten von kalibrierten und validierten Ökosystemmodellen;
5. Bestimmung der Struktur und Funktion terrestrischer, lotischer und lentischer Ökosysteme;
6. Bereitstellung von Daten der Ökosystemforschung für die Umweltprobenbank;
7. Quantifizierung der anthropogenen Energieeinträge in Agrarökosysteme;
8. Bedeutung der atmosphärischen Deposition für den Stoffhaushalt von Forst- und Agrarökosystemen;

9. hochauflösende Analyse der horizontalen und vertikalen Strömungsverhältnisse in holomiktisch-dimiktischen Seen und die damit im Zusammenhang stehenden Stoff- und Energieflüsse;
10. Entwicklung von Szenario- und Expertensystemtechniken für das Ökosystemmanagement.

Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer

Auskunft erteilen: Dr. Bernd Scherer, Dr. Adolf Kellermann, Dr. Christiane Gätje, Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning

s. auch Kap. 10.2.1

Ergebnisse bitte vgl. Syntheseberichte:

- STOCK M., SCHREY E., KELLERMANN A., GÄTJE C., ESKILDSSEN K., FEIGE M., FISCHER G., HARTMANN F., KNOKE V., MÖLLER A., RUTH M., THIESSEN A. & R. VORBERG 1996: Ökosystemforschung Wattenmeer - Synthesebericht: Grundlagen für einen Nationalparkplan. Schriftenreihe Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Heft 8: 784 S.
- GÄTJE C. & K. REISE (Hrsg.) 1998: Ökosystem Wattenmeer: Austausch-, Transport- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verl., Berlin, Heidelberg, New York. 570 S.

Produkte sind: Verfahren „Von der Forschung zur Politikberatung“, Synthesebericht, Novelisierung Nationalparkgesetz, Vorlandmanagement, Eckpunkte Bewirtschaftung Miesmuscheln und öffentlich-rechtlicher Vertrag mit Muschelfischern, Besucherinformationssystem, NationalparkService und MULTIMAR Wattforum, TMAP, Sozio-Ökonomisches Monitoring (SÖM)

PRISMA-Projekt (Prozesse im Schadstoffkreislauf Meer-Atmosphäre)

Auskunft erteilt: Prof. Dr.Jürgen Sündermann, Institut für Meereskunde, Hamburg

PRISMA war der zweite Teil eines längerfristigen Gesamtvorhabens zur Beschreibung, Analyse und Modellierung der Schadstoffdynamik in der Nordsee. Dieser Teil bezieht sich auf die relevanten Prozesse im Ökosystem einschließlich der inneren Quellen und Senken. Er zielte entsprechend auf die kleineren räumlichen und zeitlichen Skalen (Kilometer, Stunden). Eine adäquate prozessorientierte Messstrategie wurde in der Deutschen Bucht realisiert (Driftexperimente). Die höhere Auflösung erforderte die Entwicklung einer neuen Klasse mesoskaliger Modelle für den Luftkörper über und den Wasserkörper in der Deutschen Bucht. Wegen der essenziellen Einwirkung des Geschehens in der Nordsee auf die Vorgänge in der Deutschen Bucht musste das Fernfeld weiter im Auge behalten werden.

Es liegen neue Beobachtungsdaten aus fünf Feldexperimenten vor:

- eine Fahrt in die nordwestliche Nordsee zur gezielten Untersuchung der Schadstoffbelastung (Herbst 1990);
- drei prozessorientierte, hochauflösende Messkampagnen in der Deutschen Bucht (Frühjahr, Sommer 1991, Frühjahr 1992) mit Kombination eines regelmäßigen Messrasters und Beobachtungen vom driftenden Schiff (Zentralexperiment);
- eine schwebstofforientierte Messfahrt im Winter 1993.

Es konnte bestätigt werden, dass es am nordwestlichen Ausgang der Nordsee erhöhte Schwermetallkonzentrationen (besonders Cadmium) in Wasser, Schwebstoff und Zooplank-

ton gibt. Wahrscheinliche Ursache ist ein weitreichender atmosphärischer Eintrag im Zusammenwirken mit Auftriebsprozessen an der Schelfkante.

Die Messstrategie einer (Lagrangeschen) Messung vom driftenden Schiff, eingebettet in mobile Umgebungsmessungen und ein festes (Eulersches) Grundraster, konnte wiederholt erfolgreich realisiert werden. Es liegen umfassende synoptische, hochauflösende Datensätze meteorologischer, hydrographischer, chemischer und biologischer Parameter vor.

Die Messfahrt mit Schwerpunkt Schwebstoffuntersuchung diente der experimentellen Bestimmung der Sinkgeschwindigkeiten suspendierter Partikel in der Deutschen Bucht. Das Absinken von anorganischem und organischem Schwebstoff als Funktion von Konzentration und Turbulenzgrad ist ein zentraler Prozess beim Teilchentransport (und damit bei der Ausbreitung angelagerter Schadstoffe, z.B. Blei). Die experimentellen Ergebnisse sind direkt in die Modellformulierungen eingeflossen.

Eine weitere Messserie betraf Mesokosmen, die bei Helgoland exponiert wurden. U.a. wurde nachgewiesen, dass der Schadstoff Kupfer die Artenzusammensetzung des Planktons signifikant verändert, dass dessen Wirkung durch den Nährstoff Silikat aber teilweise neutralisiert wird.

Schließlich seien als Feldexperimente auch noch die Depositionsmessungen für atmosphärische Schadstoffe in der Deutschen Bucht und in der freien Nordsee und das CODAR-Messprogramm zur kontinuierlichen, flächendeckenden Fernerkundung der Oberflächenströmungen östlich von Helgoland genannt. Die luftchemischen Messungen über dem offenen Meer (und deren Interpretation durch begleitende Trajektorienrechnungen) sind einmalig und bestärken die essentielle Rolle atmosphärischer Einträge auch weitab von der Küste. Die CODAR-Messungen liefen operationell über ein halbes Jahr (9.08.1991-10.02.1992); ein vergleichbar umfassender Datensatz liegt an keiner anderen Stelle vor.

Auf der Modellseite wurde eine Hierarchie mesoskalig auflösender Modelle (d.h. unter der Kohärenzskala von ca. 5 km in der Deutschen Bucht) fertiggestellt:

- mesoskaliges Atmosphärenmodell der Deutschen Bucht mit Berücksichtigung von Inseln und Wattflächen, das Zirkulation, Niederschlag, Schadstoffausbreitung und -deposition liefert;
- mesoskaliges, baroklines Strömungsmodell der Deutschen Bucht, angetrieben durch Impuls-, Wärme- und Stoffflüsse aus der Atmosphäre, der angrenzenden Nordsee und den einmündenden Flüssen;
- mesoskaliges Transportmodell der Deutschen Bucht für Schwebstoffe sowie gelöste und partikulär transportierte Schadstoffe;
- dreidimensionales Modell des Ökosystems Deutsche Bucht mit einem limitierenden Nährstoff und Primärproduktion. Die beiden letztgenannten Modelle erhalten ihren Antrieb aus dem dreidimensionalen Strömungsmodell.

Wegen der signifikanten Einwirkung des gesamten nordwesteuropäischen Schelfes auf die Nordsee müssen sowohl die atmosphärischen wie die ozeanischen Mesoskalen-Modelle in entsprechende Fernfeldmodelle eingebettet sein. Diese werden schon fast routinemäßig im Hintergrund betrieben.

Ein vergleichbar umfassendes Modellsystem ist uns bislang bei anderen europäischen Gruppen nicht bekannt.

Auf dieser Basis wurde erstmalig versucht, Jahresbilanzen für einige ausgewählte Schadstoffe für das Gebiet der Deutschen Bucht aufzustellen; es handelt sich um Cadmium, Blei und einige organische Schadstoffe.

SFB 248 Stoffhaushalt des Bodensees, Cycling of matter in Lake Constance

Auskunft erteilte: Prof. Dr. Ursula Gaedke, Institut für Biochemie und Biologie, Universität Potsdam, Potsdam

Im genannten Projekt wurde viel zur Klimafolgenforschung erarbeitet, was ursprünglich gar nicht geplant war. Es wurden viele Erkenntnisse zur Reaktion eines komplexen Systems auf veränderte Nährstoffverhältnisse gewonnen. Es wurde Maßgebliches zum grundsätzlichen Systemverständnis erarbeitet und welche Modellierungsstrategien dafür erfolgreich sein können.

SHIFT-Teilprojekt „The Central Amazon Floodplains – Actual Use and Options for a Sustainable Management“

Auskunft erteilte: Prof. Dr. Wolfgang Johannes Junk, Max-Planck-Institut für Limnologie, Arbeitsgruppe Tropenökologie, Plön

- Übertragung des Flutpuls-Konzeptes in die Anwendung. Kosten-Nutzen-Abschätzung unterschiedlicher Nutzungsformen unter Berücksichtigung der Umwelteinflüsse. Empfehlungen für eine multiple nachhaltige Nutzung der Überschwemmungsgebiete am mittleren Amazonas unter Berücksichtigung sozio-ökonomischer Aspekte

SYKON-Projekt (Synthese und Neukonzeption von Nordseeforschung)

Auskunft erteilte: Prof. Dr. Jürgen Sündermann, Institut für Meereskunde, Hamburg

In diesem Projekt ging es nicht darum, eigene Forschungsergebnisse zu erzeugen, sondern die bisherige Nordseeforschung zu evaluieren und künftigen Forschungsbedarf zu formulieren. Als Ergebnisse von SYKON liegen vor:

- 12 aufeinanderfolgende Bände der „Berichte aus dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung“, Reihe Z (ISSN 0947 – Z136) (Auflage 160):
 1. The Changing North Sea – Knowledge, Speculation and New Challenges: Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON); J. Sündermann, S. Beddig, I. Kröncke, G. Radach, K.H. Schlünzen (Eds.). –2001.
 2. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 1: Data Inventory and Documentation; P. Damm, S. Zabanski, G. Becker. –2001.
 3. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 2: Hydrodynamical Parameters; T. Pohlmann, H. Lenhart. –2001. Working Group 3: Suspended Particulate Matter; H. Giese, S. Rolinski, J. Sündermann. –2001.
 4. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 4: Atmospheric Parameters; U. Krell and K. H. Schlünzen. –2001.
 5. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 5: Fluxes of matter; D.H. Topcu, U. Brockmann. –2001.
 6. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 6: Review of three-dimensional ecological modelling related to the North Sea shelf systems; A. Moll, G. Radach. –2001.
 7. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 7: Phytoplankton; U. Tillmann and H.-J. Rick. –2001.
 8. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 8: Zooplankton; H. Fock, W. Greve, B. Heeren, M. Krause, G. Winkler. –2001.

9. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 9: Higher Trophic Levels; J. Floeter, A. Temming. –2001.
 10. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Working Group 10: Review of the Current Knowledge on North Sea Benthos; I. Kröncke and C. Bergfeld. –2001.
 11. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Externe Expertise: Organic Pollutants in the North Sea – Review and assessment of data on input, occurrence, distribution, fate and methods of determination; S. Weigel. –2001. Externe Expertise: Metals in North Sea waters; L. Brüggemann. –2001. Externe Expertise: Overview on measurements and monitoring of air-sea exchange of anthropogenic inorganic compounds in the North Sea region; M. Schulz. –2001. Externe Expertise: Organische Schadstoffe in der Atmosphäre der Nordsee; K. Bester. –2001.
 12. Synthesis and new conception of North Sea Research (SYCON): Externe Expertise: Bakterioplankton; K. Poremba. –2001. Externe Expertise: Geochemical processes; B. Behrends. –2001.
- 9 aufeinanderfolgende Bände von „Senckenbergiana maritima“ (erscheinen 2002) (Auflage 600)
 - Die Broschüre „Die Nordsee – Gefährdungen und Forschungsbedarf“ (Auflage: 10.000)

Verbundprojekt „Veränderungsdynamik von Waldökosystemen“

Auskunft erteilte Dr. Michael Bredemeier, Forschungszentrum Waldökosysteme Göttingen

s. auch Kap. 10.2.3

- Ausweisung vollständiger Ionenbilanzen mit Quantifizierung der internen und externen Protonenquellen
- Mobile Lysimetersonde
- Experimentelle Ökosystemmanipulation mit Dachkonstruktionen und gesteuertem Wasser- und Elementinput
- Befahrung des Kronenraumes mit einem Messkran im Dachprojekt Solling
- Beschreibung der Reversibilität von Versauerungsparametern unter entsauernder Beregnung
- Untersuchung von Effekten starker Austrocknung im Dachexperiment
- Charakterisierung der Dynamik langfristiger biogeochemischer Messreihen aus Waldökosystemen als Diagnosewerkzeug für Ökosystemzustand und -trend (Risikoabschätzung)
- Globale Szenarienanalyse für die Verfügbarkeit von (Brenn)holzressourcen
- Globale Szenarienanalyse der Landnutzung und Bodenzerstörung
- Identifikation stofflicher bzw. bodenbezogener Indikatoren für die nachhaltige, multifunktionale Waldnutzung

WET

a) Auskunft erteilte: Dr. Michael Trepel, Ökologie-Zentrum der Universität Kiel

- praxistaugliches Messprogramm für Stoffretention in Niederungen
- mehrstufiges Modellkonzept (siting- sizing designing – monitoring)
- Integration von Biologen, Hydrologen, Geographen und Hydroingeneuren

b) Auskunft erteilte: Prof. Dr. Giuseppe Bendoricchio, University of Padova – DPCI, Italy

- look at wetlands as ecosystems and not as treatment plants
- use of models in wetlands designing
- emphasis on multipurpose designing

ZISCH-Projekt (Zirkulation und Schadstoffumsatz in der Nordsee)

Auskunft erteilte: Prof. Dr.Jürgen Sündermann, Institut für Meereskunde, Hamburg

Zwei umfassende Aufnahmen von Schadstoffen, Nährstoffen und weiteren Ökosystemparametern für die Atmosphäre, das Wasser, die Schwebstoffe, die Sedimente und die Organismen wurden für die ganze Nordsee durchgeführt. Diese Messungen wurden begleitet mit Simulationsmodellen, die Aufschluss über Herkunft und Verbleib der Stoffe ergaben. Wichtige Aussagen des Projektes betrafen:

- Konzentrationsverteilungen sowie saisonale und interannuelle Variabilität von physikalischen, chemischen und biologischen Parameter. Die gesamte Nordsee ist mit Schadstoffen belastet, aber die verschiedenen Regionen sind unterschiedlich betroffen. Im allgemeinen sind die Küstengebiete stärker belastet als die zentrale Nordsee. Insbesondere die Deutsche Bucht wird durch Flusseinträge belastet. Die mittlere Strömung (gegen den Uhrzeiger) bewirkt, dass Einträge aus Großbritannien, Belgien und den Niederlanden später die deutsche und dänische Küste erreichen. In einigen Ökosystemkompartimenten wurden aber Konzentrationsmaxima weitab von den Küsten gefunden (z.B. Cd-Konzentrationen in Einsiedlerkrebsen).
- Schwermetallmessungen zeigten, dass die Atmosphäre ein wichtiges Transportmedium für Schadstoffe in der Nordsee ist.
- Modellsimulationen der Stoffausbreitung zeigten gute Übereinstimmung mit den Messdaten. Darüber hinaus konnten die Modelle Aussagen zu Variabilitäten der Schadstoffbelastung aufgrund von Wetterfluktuationen machen. Die Variabilität ist so groß, dass - unter konstanten Eintragsbedingungen – die Konzentrationen von sehr niedrig bis sehr hoch sein können.
- Gelöste Schadstoffe mit hinreichend konservativen Eigenschaften verlassen die Nordsee in 2-4 Jahren. Für den überwiegenden Anteil der Schadstoffe, der mit Partikeln assoziiert ist, ist die Residenzzeit 10-100 Jahre. Die Norwegische Rinne wirkt wie eine Art „Endlager“ für kontaminierte Sedimente, die aber bei veränderten Bedingungen (wie Klimawechsel) wieder mobilisiert werden können.
- Kriterien wurden erarbeitet, nach denen die statistische Belastbarkeit von Messdaten aus dem hochvariablen Ökosystem geprüft werden können bzw. optimale Messstrategien entwickelt werden können.

10.2 Auskünfte auf direkte Anfrage

10.2.1 Ökosystemforschung im Schleswig Holsteinischen Wattenmeer - Anwendungserfolge

Ergebnisse der Ökosystemforschung haben zur Novellierung des Nationalparkgesetzes geführt und maßgeblichen Einfluss auf die Inhalte gehabt. Dazu gehören u.a. die

- Seewärtige Erweiterung des Nationalparkes und die

- Zonierung innerhalb des Nationalparks
 - - Neuschneidung der Zone 1 auf der Basis von Wattstromeinzugsgebieten,
 - - Einrichtung einer Nullnutzungszone (Referenzgebiet) und
 - - Einrichtung eines Schutzgebietes für den Schweinswal (*Phocoena phocoena*).

Das Trilaterale Wattenmeermonitoring- und Bewertungsprogramm (TMAP), das auch zur Erfolgskontrolle des Trilateralen Wattenmeer-Managementplans dient, ist im Wesentlichen aus der Ökosystemforschung heraus entwickelt worden.

Ergebnisse der Ökosystemforschung haben maßgeblich die Inhalte des Schleswig-Holsteinischen Programms zur Bewirtschaftung der Muschelressourcen im Nationalpark bestimmt, das einen weitgehenden Schutz des Lebensraumes sowie eine Aufwandsbegrenzung bei gleichzeitiger Berücksichtigung der betriebswirtschaftliche Belange und einer langfristigen Sicherung der Ertragsgrundlage der Fischerei gewährleistet.

Ergebnisse der Ökosystemforschung haben die Grundlagen für das gemeinsame Vorlandmanagementkonzept gelegt, das zwischen Landwirtschaftsministerium und Nationalparkamt vereinbart und umgesetzt wurde und das einen pragmatischen Ansatz für die Zusammenarbeit zwischen Küstenschutz und Naturschutz darstellt.

Ergebnisse der Ökosystemforschung waren Grundlage des Besucherlenkungs- und Informationssystems (BIS), das in Zusammenarbeit von Nationalparkamt, NationalparkService GmbH, Gemeinden und Ämtern für ländliche Räume umgesetzt wurde. Es hilft den Gästen, sich zu orientieren, verbessert die Naturerlebnismöglichkeiten im Nationalpark und minimiert Störungen und Belastungen der Natur. Damit leistet es einen Beitrag zur Entschärfung der Konflikte zwischen Naturschutz und Tourismus. Ökosystemforschungsergebnisse hatten außerdem maßgeblichen Einfluss auf die Schaffung des NationalparkService sowie auf die Entwicklung des größten Nationalpark-Infozentrums Multimar Wattforum.

Ergebnisse der Ökosystemforschung haben dazu beigetragen, sozio-ökonomische Aspekte im Management stärker zu berücksichtigen und entsprechende Parameter im Monitoring (Sozio-ökonomisches Monitoring - SÖM Watt) zu verankern.

Entscheidende Erfolgsfaktoren:

Konzept: Das von LEUSCHNER (1988) für die Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer entwickelte Forschungskonzept sah einen interdisziplinären anwendungsbezogenen Ansatz vor, der naturwissenschaftliche und gesellschaftswissenschaftliche Fragestellungen integrierte. Die Forschungsziele leiteten sich aus den Schutz- und Entwicklungsaufgaben des Nationalparks ab und wurden vom Nationalparkamt definiert. Aufgrund der anwendungsbezogenen Konzeption wurden bereits während der Laufzeit des Projektes praktisch umsetzbare Forschungsergebnisse und Handlungsempfehlungen bereitgestellt, die direkt für die Lösung von Konflikten und für die Entwicklung und Optimierung von Schutzkonzepten genutzt werden konnten. Die problem-orientierte Erarbeitung von wissenschaftlich fundierten Entscheidungsgrundlagen sollte eine auf Langfristigkeit angelegte, vorausschauende Umweltpolitik ermöglichen. Bereits im Konzept wurde klargestellt, dass dies am Ende auch auf Neufassungen von (gesetzlichen) Regelungen zielen kann.

Projektmanagement: Den gesamten Prozess koordinierte ein Team aus drei WissenschaftlerInnen (sog. „Steuergruppe“), die im Nationalparkamt angestellt und in die Arbeitsabläufe der Behörde eingebunden waren. Dies war von entscheidender Bedeutung für die direkte

Anwendbarkeit wissenschaftlicher Ergebnisse schon während der Projektlaufzeit und für die Umsetzung der auf Forschungsergebnissen basierenden Schutz- und Management-Konzepte in Verwaltungshandeln. Die Steuergruppe fungierte als Schnittstelle und erlaubte permanente Rückkopplung und iterativen Austausch von Informationen und Diskussionen zwischen Wissenschaft und Verwaltung. Sie hat sich dabei durch ihre Nähe zu beiden Bereichen als Instrument der Projektlenkung, -koordination und -kommunikation bewährt. Diese Struktur hat außerdem die Voraussetzungen für eine optimale Abwicklung eines Projektes dieser Größenordnung in organisatorischer und haushaltstechnischer Hinsicht geschaffen, so dass z.B. der komplette Projektabschluss inkl. Abgabe des Schlussberichtes pünktlich zum Projektende erfolgen konnte.

10.2.2 Transfer aus der Ökosystemforschung (ÖSF) im niedersächsischen Wattenmeer

(Persönliche Äußerung von Prof. Dr. Thomas Höpner)

1. Transfer in Trilaterale Kooperation

Beiträge zu TMAP, TMAP-Datenbank, (Trilaterales Monitoring and Assessment Programme)

2. Transfer in Gesetze und Verordnungen etc. des Landes und des Bundes

- Befahrensregelung 1994 (auf Basis von GIS-Konfliktkarten)
- Miesmuschel-Managementplan 1999
- Vorland-Managementpläne Krumhörn bis Norddeich
- Biosphärenreservat, Weltnaturerbe

An Land Niedersachsen, jedoch dort nicht umgesetzt: Entwicklungszone des Biosphärenreservats, Vorarbeiten für Nationalparkgesetz-Novellierung, neue Zonierung, Referenzgebiet, Nationalparkplan.

3. Anschluss-Forschung

national:

- Schadstoffmonitoring mit Seevögeln, IfV 1995 – 1998, Nds. Wattenmeer-Stiftung.
- BMBF-Küstenländer-Forschungsprogramm „Klimaänderung und Küste“, Koordination und diverse Einzelvorhaben; ICBM 1995-1999.
- DFG-Schwerpunktprogramm „Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15.000 Jahre“ diverse Einzelvorhaben; ICBM 1995-1999.
- Eiswinter 1995/96. ICBM 1996. BP.
- Schwarze Flächen 1996. ICBM 1996. UBA, NP.
- Nahrungskonsumption von Wat- und Wasservögeln im Nds. Wattenmeer. IfV ab 1997.
- BMBF-Projekt „Datenintegration und Qualitative Dynamik im System Wattenmeer“; ICBM 1998-2001.
- Auswirkungen von TBT auf die Blutphysiologie von Möven. IfV ab 1999.
- DFG-Forschergruppe „BioGeoChemie des Watts“; Koordination und diverse Einzelvorhaben; ICBM 2001 bis 2004, Verlängerung bis 2007 in Aussicht gestellt.

international:

- Langzeitbeobachtungen im Wattenmeer des arabischen Golfes nach der Ölkatastrophe, ICBM 1991 – 2001. EU, BMFT, DGG.

- EU-Projekt “SeaGIS – GIS for coastal zone planning and management”; ICBM 1999-2001.
- LANCEWAD - Landscape and Cultural Heritage in the Wadden Sea Region, CWSS, NP 2001.

4. Umweltverträglichkeitsstudien durch ÖSF-Teams

- EUROPIPE 1993 – 1994. Team aus ÖSF und NP.
- Bohr- und Förderplattform in den Blöcken A6/B4 der deutschen Nordsee 1998. ARSU GmbH.
- Pipeline Mittelplate – Dieksand. 2002. ARSU GmbH.

Anmerkung: Vollständigkeit ist trotz Umfragen nicht garantiert. Rückfragen: thomas.hoepner@icbm.de. Der Berichterstatter hat den subjektiven Eindruck, dass die Bereitschaft zur Übernahme von ÖSF-Erkenntnissen und –Ergebnissen in Verordnungen und Gesetze etc. in Schleswig-Holstein besser ist als in Niedersachsen.

10.2.3 Anwendungserfolge der Ökosystemforschung in Göttingen und ihre Auswirkungen auf Politik, Verwaltung und Gesetzgebung

Der Schwerpunkt der Göttinger Ökosystemforschung liegt auf der Waldökologie. Die Göttinger Waldökosystemforschung wurde sehr früh initiiert, ab Mitte der 60er Jahre im Rahmen des Solling-Projekts als Teil des MAB-Programms (Man and the Biosphere). Die führenden Wissenschaftler waren der Geobotaniker Prof. Ellenberg und der Bodenkundler Prof. Ulrich. Entsprechend lagen und liegen heute noch die Schwerpunkte der Göttinger Ökosystemforschung auf der Ökophysiologie und dem Stoffhaushalt von Wäldern. In der Stoffbilanzierung hat Göttingen konzeptionelle und methodische Pionierarbeit geleistet, die weltweit adaptiert wurde. Im Einzelnen lassen sich folgende Anwendungen bzw. Umsetzungen der Göttinger Forschung benennen:

- Messreihen und Datensätze von den Experimentalflächen, die in ihrer zeitlichen Länge weltweit einmalig sind und vielfach als Referenzdatensätze dienen,
- Motivation zur Einführung des bleifreien Benzins (Benzin-Blei-Gesetz),
- Motivation zur Einführung der Großfeuerungsanlagen-Verordnung und damit die Begrenzung der SO₂-Emission,
- Forderungen nach weiteren Maßnahmen zur Senkung der Stickstoffeinträge,
- Kalkungsempfehlungen für die forstliche Praxis,
- Hypothesen über die Entwicklung von Waldökosystemen finden zunehmend Eingang in die forstliche Planung und Praxis (Waldumbauprogramme: Reinbestände zu Mischbeständen).
- Der in Göttingen entwickelte Messansatz ist für das Monitoringprogramm der EU übernommen worden (Level II). Heute werden an mehr als 800 Stellen in Europa Depositionsmessungen nach diesem methodischen Muster durchgeführt.
- Maßgebliche Beteiligung an der Konzeption der bundesweiten bodenchemischen Zustandserhebung im Wald (BZE),

- Erholung des Waldes bei konsequenter Luftreinhaltepolitik möglich (Dachexperimente im Solling),
- Lachgasproblematik wird im Solling seit 10 Jahren messend verfolgt.
- Kooperationsabkommen zwischen dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie über das langfristige Projekt „Forschungslandschaft Solling“

MATERIALIEN 11: DIE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG WATTENMEER UND DIE MALAWI-PRINZIPIEN

nach OESCHGER 2000

Das Vorhaben Ökoystemforschung Wattenmeer begann 1989 und damit vor Verabschiedung der Biodiversitätskonvention 1992 und dem internationalen Workshop in Malawi im Januar 1998, auf dem die 12 Prinzipien zur Implementierung des ökosystemaren Ansatzes verabschiedet wurden. Dennoch zeigte die Fallstudie Ökosystemforschung Wattenmeer, dass das Forschungsvorhaben in zahlreichen seiner Ansätze den Malawi-Prinzipien gefolgt ist. Dies soll im Folgenden in verkürzter Form deutlich gemacht werden.

1. Management-Ziele sind Sache der Gesellschaft.

Bei der Erstellung von Managementkonzepten traten Konflikte zwischen den einzelnen Interessengruppen auf, vor allem zwischen Naturschützern und Fischern. Durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung konnte die allgemeine Ablehnung, die in der Gesellschaft gegen die Naturschutzpläne anfangs aufkam, minimiert werden und eine größere Akzeptanz geschaffen werden. Damit wird deutlich, dass Managementziele nur umgesetzt werden können, wenn die Interessen der Öffentlichkeit mitberücksichtigt und die Konzepte akzeptiert werden.

2. Management sollte bis zur niedrigsten angemessenen Ebene dezentralisiert werden, wobei es notwendig ist, in jedem speziellen Fall zu untersuchen, welches das angemessenste Verhältnis zwischen Dezentralisierung und Zentralisierung für Ökosystemmanagement ist.

Durch dezentrales Management können einzelne Besonderheiten der betroffenen Regionen besser berücksichtigt werden. Dies bildet die Grundlage für eine Einbindung der einzelnen Interessengruppen vor Ort bei lokalen Problemlösungen. Dezentrales Management war bei dem Vorhaben durch die Aufteilung in obere und untere Naturschutzbehörden gegeben. Zentrale Steuergruppen sorgten gleichzeitig dafür, dass die übergeordneten umweltpolitischen Anforderungen erfüllt wurden

3. Ökosystemmanager sollten die Auswirkungen ihrer Aktivitäten auf benachbarte und andere Ökosysteme berücksichtigen.

Dieses Prinzip ist von großer Wichtigkeit und erfordert eine genaue Kenntnis der Wechselwirkung zwischen Ökosystemen. Bei der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde versucht, dieses Prinzip gebührend zu berücksichtigen. Durch die Extensivierung der Salzwiesenbewirtschaftung und ihre Auswirkungen auf Brut- und Rastvögel wurden zum Beispiel die Funktionen anderer Ökosysteme in die Aufstellung von Managementplänen miteinbezogen. In anderen Bereichen wie der Garnelenfischerei lassen sich nicht alle indirekten Effekte abschätzen, so dass die Verwirklichung dieses Prinzips nur im Ansatz verwirklicht ist.

4. Um potenzielle Gewinne durch das Management zu erkennen, ist es notwendig, Ökosysteme im ökonomischen Kontext zu verstehen. In der Ökonomie sollte:

- a) der Anreiz gesteigert werden, die nachhaltige Nutzung zu unterstützen,
- b) diejenigen Marktverzerrungen gemindert werden, welche die biologische Vielfalt negativ beeinflussen;

- c) Kosten und Nutzen in den Ökosystemen in jeweils möglichen Maße internalisiert werden.

Durch staatliche Subventionspolitik kann es Marktverzerrungen geben, die unter Umständen Handlungen nach sich ziehen, die der biologischen Vielfalt schaden können. Im Nationalpark Wattenmeer spielt dieser Faktor eine untergeordnete Rolle. Das Management sollte so ausgelegt sein, dass bei einer nicht nachhaltigen Nutzung für die daraus entstehenden Schäden finanziell aufgekommen werden muss. Der Kosten-Nutzen-Faktor wurde zum Beispiel bei der Garnelenfischerei und dem Tourismus verwirklicht: Durch eine freiwillige Fangbeschränkung in der Garnelenfischerei konnte ein Zusammenbruch der Bestände – und somit der Lebensgrundlage der Fischer – verhindert werden; durch eine entsprechende Beschränkung der touristischen Nutzung auf ausgewiesene Bereiche konnte eine Übernutzung, die dem Fremdenverkehr geschadet hätte, verhindert werden.

5. Schutz von Ökosystemstrukturen und –funktionen

Um den Schutz der Strukturen und Funktionen eines Ökosystems zu gewährleisten, ist es notwendig, stetig über den aktuellen Zustand des Ökosystems informiert zu sein. Dies ist im Wattenmeer durch Forschung und Umweltbeobachtung gegeben. Durch die grundlagenorientierten Teile der Wattenmeerforschung konnte die Bedeutung des Prozessschutzes bestätigt werden.

6. Management der Ökosysteme muss innerhalb ihrer Funktionsgrenzen stattfinden.

Die Grenzen der Nachhaltigkeit sind beim Management von Ökosystemen unbedingt zu beachten. Diese können durch vorübergehende, unvorhersehbare oder künstlich aufrecht erhaltene Bedingungen (z.B. Deichbau) gegeben sein. Im Fall des Wattenmeeres wurde als unvorhersehbares Ereignis im Rahmen von ELAWAT der Eiswinter in die Untersuchungen miteinbezogen. Der Forderung nach einer schonenden Bewirtschaftung wurde im Wattenmeer in allen Bereichen nachgekommen.

7. Der Ökosystemare Ansatz sollte auf einem angemessenen Maßstab angewendet werden.

Ökologische Prozesse laufen auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen ab. Das Management des Ökosystems muss dies berücksichtigen. Im Wattenmeer wurde dies durch die zeitlich begrenzte Sperrung der Brutvogelgebiete einerseits sowie die dauerhaften Sperren anderer Regionen andererseits verwirklicht.

8. Ziele des Ökosystemmanagements sollten Langzeitziele sein, wobei die sich verändernden zeitlichen Skalen und Randeffekte, die ökosystemare Prozesse charakterisieren, beachtet werden müssen.

Dieses Prinzip entspricht der Idee der Nachhaltigkeit. Durch die Verfassung eines langfristig ausgerichteten Nationalparkplanes für das Wattenmeer wurde dieser Grundsatz berücksichtigt.

9. Management muss erkennen, dass Veränderungen unvermeidlich sind.

Ökosysteme haben mehrere potenzielle Zukunftsmöglichkeiten, die ungewiss sind. So muss auch das Management flexibel und anpassungsfähig sein. Das Wattenmeer ist von Natur aus ein besonders dynamisches System, was im grundlagenorientierten Teil des Vorhabens eingehend untersucht wurde. Die Veränderungen, die durch Faktoren wie die steigende Zahl

von Touristen und das Einschleppen gebietsfremder Arten sind aber bisher sehr schwer abzuschätzen, sollten aber unbedingt berücksichtigt werden.

10. Der Ökosystemare Ansatz sollte nach dem angemessenen Verhältnis zwischen Schutz und Nutzen der Biodiversität streben.

Auf ein angemessenes Verhältnis von Schutz und Nutzen der Biodiversität wurde in vielen Bereichen hingearbeitet. Dazu zählen die Extensivierung der Salzwiesenbewirtschaftung, die mit einer Zunahme seltener und gefährdeter Arten einhergeht, sowie das Management der Muschelressourcen, das von völlig geschützten Bereichen über eingeschränkte Nutzung von Wildbänken bis zu angelegten Kulturbänken reicht. Trotzdem fehlen die wissenschaftlichen Grunddaten über das tatsächliche Gleichgewicht zwischen Schutz und Nutzung und über die Wirkung der getroffenen Maßnahmen zum Erreichen dieses Zieles.

11. Der Ökosystemare Ansatz sollte alle Formen relevanter Informationen miteinbeziehen. Beinhaltend sollten diese wissenschaftliches, einheimisches und lokales Wissen, Innovationen und Bräuche.

und

12. Der Ökosystemare Ansatz sollte alle relevanten Bereiche der Gesellschaft und alle wissenschaftlichen Disziplinen beteiligen.

Um dem Ökosystemaren Ansatz Rechnung zu tragen, ist es unabdingbar, alle Interessengruppen in das Management zu integrieren. Dies bezieht sich sowohl auf einen ausgeprägten Informationsfluss zwischen den einzelnen Gruppen, als auch auf die Eingliederung aller in die Entscheidungsprozesse. Obwohl diese Vorgaben sehr allgemein formuliert sind, halfen diese Prinzipien im Wattenmeermanagement bei der Konsensfindung zwischen den einzelnen Parteien.