



Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer

**Erfahrungsbericht eines inter-
disziplinären Verbundvorhabens**

von

**Maren Kaiser
Thilo Mages-Dellé
Rolf Oeschger**

unter Mitarbeit von

**Verena Niesel
Kai Wirtz
Michael Reetz**

Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer im
Umweltbundesamt

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,
Ahornstraße 1-2,
10787 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.

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen des Verbundvorhabens "Gesamtsynthese
Ökosystemforschung Wattenmeer" erarbeitet, das gemeinsam im Auftrag der Länder Niedersachsen,
Schleswig-Holstein und der Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) und Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) durchgeführt wurde.

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
Thilo Mages-Dellé, Gabriele Wollenburg

Berlin, September 2002

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	ENTWICKLUNG DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG	3
2.1	Das deutsche Ökosystemforschungsprogramm	4
2.2	Internationale Programme der Ökosystemforschung	6
2.2.1	<i>Das Internationale Biologische Programm</i>	<i>6</i>
2.2.2	<i>Das „Programm Man and Biosphere“ der UNESCO</i>	<i>6</i>
2.2.3	<i>Der nationale Ansatz des MAB-Programms.....</i>	<i>7</i>
2.3	Entwicklung der Ökosystemforschung in Deutschland seit den sechziger Jahren	7
2.4	Realisierung des deutschen Ökosystemforschungsprogramms.....	9
2.4.1	<i>Ausgewählte Verbundvorhaben und Forschungszentren des BMBF.....</i>	<i>10</i>
2.4.2	<i>Vorhaben der angewandten Ökosystemforschung des BMU.....</i>	<i>11</i>
2.5	MAB 6 Beitrag / Ökosystemforschung Berchtesgaden	11
2.5.1	<i>Internationale Ansätze</i>	<i>12</i>
2.5.2	<i>Man and Biosphere (MAB).....</i>	<i>12</i>
2.5.3	<i>Nationaler Ansatz.....</i>	<i>13</i>
2.6	Das Ökosystemforschungsprojekt Berchtesgaden	13
2.6.1	<i>Konzeption und Gebietsauswahl.....</i>	<i>13</i>
2.6.2	<i>Theoretischer Hintergrund</i>	<i>14</i>
2.6.3	<i>Methodische Umsetzung.....</i>	<i>16</i>
2.6.4	<i>Organisationsstruktur und zeitlicher Ablauf</i>	<i>17</i>
2.6.5	<i>Übertragbarkeit.....</i>	<i>18</i>
3	KONZEPTION DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG WATTENMEER	19
3.1	Methoden.....	20
3.2	Ziele	25
3.2.1	<i>Schleswig-Holstein.....</i>	<i>26</i>
3.2.2	<i>Niedersachsen.....</i>	<i>27</i>
3.2.3	<i>Gesamtsynthese.....</i>	<i>28</i>
4	DURCHFÜHRUNG DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG WATTENMEER	30
4.1	Organisation und Koordination.....	32
4.2	Ablauf der Ökosystemforschung im schleswig-holsteinischen Wattenmeer	35
4.2.1	<i>Grundlagenorientierter Teil (SWAP).....</i>	<i>35</i>
4.2.2	<i>Angewandter Teil.....</i>	<i>36</i>
4.3	Ablauf der Ökosystemforschung im niedersächsischen Wattenmeer	37
4.3.1	<i>Grundlagenorientierter Teil (ELAWAT)</i>	<i>37</i>
4.3.2	<i>Angewandter Teil.....</i>	<i>38</i>
4.4	Syntheseschritte	40

4.4.1	<i>Teilsynthesen in der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer</i>	40
4.4.2	<i>Teilsynthesen in der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer</i> ...	43
4.4.3	<i>Gesamtsynthese</i>	46
4.5	<i>Öffentlichkeitsarbeit</i>	48
5	INTERVIEWS ZUM ABLAUF DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG WATTENMEER	50
5.1	<i>Methodik</i>	50
5.2	<i>Ergebnisse</i>	51
5.2.1	<i>Projektplanung</i>	51
5.2.2	<i>Projektmanagement</i>	54
5.2.3	<i>Koordinierung</i>	61
5.2.4	<i>Leistungsfähigkeit der Ökosystemforschung Wattenmeer</i>	69
5.2.5	<i>Öffentlichkeitsarbeit</i>	75
5.2.6	<i>Datenverarbeitung/Datenhaltung</i>	77
5.2.7	<i>Geographische Informationssysteme</i>	83
6	MODELLE IN DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG WATTENMEER - EINE ZUSAMMENFASSUNG	87
6.1	<i>Einleitung</i>	87
6.2	<i>Umfragen zu mathematischen Modellen</i>	88
6.2.1	<i>Methodik der Umfragen</i>	88
6.2.2	<i>Ergebnisse der Umfragen</i>	89
6.3	<i>Methodik der Bewertung</i>	91
6.4	<i>Ergebnisse der Evaluierung</i>	94
6.4.1	<i>Empirisch-stochastisches Modell</i>	94
6.4.2	<i>Automatische Lernalgorithmen</i>	94
6.4.3	<i>Prozeßorientiertes Modell</i>	95
6.4.4	<i>Stoffkreislaufmodell</i>	96
6.4.5	<i>Gitterbasiertes Modell</i>	98
6.4.6	<i>Abiotisches Modell</i>	98
7	INFORMATIONSSYSTEME	100
7.1	<i>Einsatz Geographischer Informationssysteme (GIS) in der Ökosystemforschung</i>	100
7.2	<i>GIS-Einsatz in der "Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer"</i>	101
7.2.1	<i>Stellung des GIS in der "Leuschner-Studie"</i>	101
7.2.2	<i>Aufbau und Einsatz des GIS in der "Ökosystemforschung Schleswig- Holsteinisches Wattenmeer"</i>	104
7.3	<i>GIS-Einsatz in der "Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer".</i>	106
7.3.1	<i>Stellung des GIS in der „ARSU“-Programmkonzeption</i>	106

7.3.2	<i>Aufbau und Einsatz des GIS in der "Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer"</i>	107
7.4	Diskussion des GIS-Einsatzes in der Ökosystemforschung Wattenmeer	109
7.4.1	<i>Ausblick für den weiteren GIS-Einsatz</i>	111
7.5	Das Wattenmeerinformationssystem WATiS im Rahmen der Ökosystemforschung Wattenmeer	111
7.5.1	<i>Das technische Konzept des WATiS</i>	112
7.5.2	<i>Die Kopplung von ARC/INFO und WADABA</i>	112
7.5.3	<i>Datenein- und -ausgabe mit dem WATiS</i>	112
7.5.4	<i>Nutzung des WATiS in der Ökosystemforschung Wattenmeer und in den Nationalparkbehörden</i>	114
8	DISKUSSION: BEWERTUNG DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG WATTENMEER ALS METHODE DER UMWELTFORSCHUNG	116
8.1	Interdisziplinarität	118
8.2	Wissenschaftliche Resultate	122
8.3	Systemverständnis	125
8.4	Umsetzungsorientierte Erarbeitung von Ergebnissen der Ökosystem- forschung Wattenmeer zur Nutzung durch Fachplanung und Umweltpolitik..	127
8.5	Synthese	137
8.6	Bedeutung des Projektmanagements	144
8.6.1	<i>Projektplanung</i>	144
8.6.2	<i>Projektphasen</i>	147
8.6.3	<i>Koordinierung und Integration</i>	149
8.7	Öffentlichkeitsarbeit	160
8.8	Datenverarbeitung	162
8.9	Projektevaluation	169
8.10	„Schlussbetrachtung“	172
9	EMPFEHLUNGEN FÜR DIE DURCHFÜHRUNG ZUKÜNFTIGER INTERDISZIPLINÄRER VERBUNDVORHABEN	174
9.1	Projektphasen	174
9.1.1	<i>Projektplanung</i>	174
9.1.2	<i>Anlaufphase</i>	175
9.1.3	<i>Hauptuntersuchungsphase</i>	175
9.1.4	<i>Auswertungsphase</i>	175
9.1.5	<i>Synthese</i>	176
9.2	Projektstrukturen	177
9.2.1	<i>Projektleitung/Steuergruppe</i>	177
9.2.2	<i>Teilprojekte und Arbeitsgruppen</i>	179
9.2.3	<i>Projektevaluation und Beirat</i>	179
9.3	Öffentlichkeitsarbeit und externe Kommunikation	180
9.4	Datenverarbeitung	180

9.4.1	<i>Geographische Informationssysteme</i>	181
9.4.2	<i>Datenspeicherung/Datenhaltung</i>	181
9.5	Modellierung	182
9.6	Finanzierung	183
10	LITERATUR	185
11	ANHANG	193
11.1	Liste der Teilprojekte der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer	193
11.2	Liste der Teilprojekte der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer.....	198
11.3	Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer - Liste der Thematischen Reports	205
11.4	Leitfragen.....	206
11.5	Fragebogen des Interviews.....	208
11.6	Publikationen in der Ökosystemforschung Wattenmeer.....	211
11.7	Veröffentlichungen zur Ökosystemforschung.....	232
11.8	Evaluationskriterien.....	235

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1:	Förderung der vier Teilvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer .	30
Abbildung 4.2:	Zeitlicher Ablauf der beiden Teilvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer in Schleswig-Holstein und Niedersachsen	32
Abbildung 5.1:	Hatte die Tatsache, dass die Steuergruppe nicht an der Planung der Ökosystemforschung beteiligt war, Konsequenzen?	52
Abbildung 5.2:	Wurde bei der Projektplanung ausreichend Zeit für die Koordinierung vorgesehen?	53
Abbildung 5.3:	Waren die ursprünglichen Projektziele realistisch und realisierbar?	54
Abbildung 5.4:	War die zeitliche Länge der einzelnen Projektschritte (Vorlauf, Erhebung, Auswertung, Synthese) angemessen?	55
Abbildung 5.5:	Ist es sinnvoll, alle Teilprojekte gleichzeitig beginnen und neben- einander laufen zu lassen?	56
Abbildung 5.6:	Welche Bedeutung hatten die Vor-/Pilotphasen aus wissenschaftlicher Sicht und wie wird die erfolgte Unterteilung in jeweils eigene administrative Projekte beurteilt?	57
Abbildung 5.7:	Wie beurteilen Sie die Zusammenarbeit zwischen A- und B-Teil?	58
Abbildung 5.8:	Wie kann gegengesteuert werden, wenn der Zeitplan nicht einzuhalten ist?	59
Abbildung 5.9:	War eine Aufstellung und anschließende Abarbeitung der Leitfragen hilfreich für die Teilsynthesen?	61
Abbildung 5.10:	War die Steuergruppe personell ausreichend ausgestattet?	62
Abbildung 5.11:	Waren zu Beginn des Projektes die Aufgaben der Steuergruppe definiert?	63
Abbildung 5.12:	Wie beurteilen Sie die Einbindung der Steuergruppe in eine Nationalparkbehörde?	64
Abbildung 5.13:	Wie war die Zusammenarbeit Steuergruppe /Teilprojekte?	65
Abbildung 5.14:	Wie wird der Koordinierungsaufwand im Verhältnis zu den resultierenden Ergebnissen eingeschätzt?	66
Abbildung 5.15:	Wie beurteilt die Steuergruppe die Rolle der GÖW?	67
Abbildung 5.16:	Ist rückblickend die Einrichtung eines wissenschaftlichen Beirates zur Begleitung eines Ökosystemforschungsvorhabens notwendig?	68
Abbildung 5.17:	Wie beurteilen Sie das Erreichen der Projektziele?	70
Abbildung 5.18:	Wie wird der wissenschaftliche Output der ÖSF im Vergleich zu Einzelprojekten bewertet?	71
Abbildung 5.19:	Welche zusätzlichen Bewertungskriterien, Instrumentarien sind für das Systemverständnis erzielt worden?	72
Abbildung 5.20:	Welche Ergebnisse wurden in die Praxis umgesetzt, sind in Gremien, Konzepte, die Arbeit von Ämtern eingeflossen?	73
Abbildung 5.21:	Welche Wirkung hat die ÖSF Wattenmeer auf die Region?	74
Abbildung 5.22:	Hat die Öffentlichkeitsarbeit zu einem besseren Verständnis der ÖSF in der interessierten Bevölkerung geführt?	76

Abbildung 5.23: Ist die populärwissenschaftliche Darstellung der gewonnenen Erkenntnisse ausreichend?	77
Abbildung 5.24: Welche Rolle spielt die Datenhaltung/DV-Strukturen in der ÖSF?	79
Abbildung 5.25: Wie ist die Akzeptanz der verschiedenen Nutzerkreise gegenüber diesen Instrumenten?	79
Abbildung 5.26: Welche Erwartungen sind an die beiden Instrumente vor, im Verlauf und nach der ÖSF gerichtet worden und konnten sie eingelöst werden oder nicht?	81
Abbildung 5.27: Was leisten bzw. haben GIS und WATiS für die Teil-/Gesamtsynthese leisten können?	81
Abbildung 5.28: Hat sich die Datenhaltung in einem zentralen System bewährt?	82
Abbildung 5.29: Welche Rolle spielt die Datenhaltung/DV-Strukturen in der ÖSF?	83
Abbildung 5.30: Wie ist die Akzeptanz der verschiedenen Nutzerkreise gegenüber diesen Instrumenten?	84
Abbildung 5.31: Welche Erwartungen sind an die beiden Instrumente vor, im Verlauf und nach der ÖSF gerichtet worden und konnten sie eingelöst werden oder nicht?	85
Abbildung 5.32: Was leisten bzw. haben GIS und WATiS für die Teil-/Gesamtsynthese leisten können?	86
Abbildung 6.1: Graphische Darstellung des Konzeptes zur Bearbeitung der Mathematischen Modelle in der Gesamtsynthese der Ökosystemforschung Wattenmeer	87
Abbildung 6.2: Einschätzung der Relevanz der Einsatzmöglichkeiten im Vergleich	90
Abbildung 6.3: Evaluierungsschema mit den verschiedenen Modellzielkategorien und den entsprechenden Voraussetzungen	92
Abbildung 8.1: Aufgaben, Informationsfluss und Verwaltungsebenen im Umweltbereich	129

Tabellenverzeichnis

Tabelle 6.1:	Erläuterung der verschiedenen Modellzielkategorien und der Voraussetzungen, die zum Erreichen dieser Zielkategorien benötigt werden.....	93
Tabelle 8.1:	Gegenüberstellung von Ökosystemforschung Wattenmeer und Sollingprojekt	124
Tabelle 8.2:	Beispiel eines möglichen Ablaufs einer Projektevaluation in einem interdisziplinären Verbundvorhaben	171
Tabelle A1:	Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer - Liste der Teilprojekte im grundlagenorientierten Teil SWAP	193
Tabelle A2:	Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer - Liste der Teilprojekt im angewandten Teil	195
Tabelle A3:	Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer Liste der Teilprojekte im grundlagenorientierten Teil ELAWAT - Pilotphase	198
Tabelle A4:	Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer - Liste der Teilprojekte im grundlagenorientierten Teil ELAWAT-Hauptphase	200
Tabelle A5:	Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer- Liste der Teilprojekte im angewandten Teil - Vorphase.....	202
Tabelle A6:	Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer - Liste der Teilprojekte im angewandten Teil - Hauptphase.....	203

Abkürzungen

ARSU	Arbeitsgruppe für regionale Strukturen und Umweltforschung GmbH
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Erziehung, Forschung und Wissenschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CIR-Luftbilder	Color Infrarot Luftbilder
DB2	Strategische Datenbank der Firma IBM
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DFÜ	Datenfernübertragung
DTP	Desktop Publishing
DV	Datenverarbeitung
ELAWAT	Elastizität des Ökosystems Wattenmeer
FAM	Forschungsverbund Agrarökosysteme München
FIS	Fachinformationssystem
GIS	Geographisches Informationssystem oder Geoinformationssystem
GKSS	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH
GSF	GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH
IBP	Internationales Biologisches Programm
IDRISI	Rasterorientiertes Geoinformationssystem
IT	Informationstechnik
LANDSAT	Satellit
MAB	Man and the Biosphere (UNESCO-Programm)
NLPV	Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer
NPA	Nationalparkamt: Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer
PCB	Polychlorierte Biphenyle
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
SPOT	Satellit
SWAP	Sylter Wattenmeer Austausch Prozesse
SQL	Structured Query Language (Standardisierte Abfragesprache für relationale Datenbankmanagementsysteme)
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Umweltforschungszentrum Halle-Leipzig
UNESCO	United Nations Conference on Environments and Development
WADABA	Wattenmeerdatenbank (bei der GKSS)
WATiS	Wattenmeerinformationssystem

1 Einleitung

Mit dem in den letzten Jahrzehnten gewachsenen Umweltbewusstsein ist der Anspruch an die Umweltforschung entstanden, Lösungen für Umweltprobleme zu entwickeln. Umweltforschung soll Belastungen und Grenzen der Belastbarkeit von Ökosystemen aufzeigen und ggf. Maßnahmen zu Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen vorschlagen.

In den 80er Jahren wurde in der Umweltforschung eine neue Form ökosystemarer Verbundvorhaben entwickelt, die diese Aspekte durch die Einbeziehung von Sozial- und Wirtschaftswissenschaften aufgriff, die Wechselwirkungen zwischen menschlichen Einflüssen und der Natur berücksichtigte, und den Anspruch hatte, für aktuelle Probleme aus dem laufenden Vorhaben heraus Lösungen anzubieten.

Mit der Einführung der angewandten Ökosystemforschung als Methode der Umweltforschung gewann das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Praxis wieder größere Bedeutung. Damit verbunden waren Fragen zur Wissensproduktion, zu den Methoden, zur Forschungsorganisation und zur Forschungsevaluation innerhalb der Umweltforschung. Auch die Diskussion um Interdisziplinarität spielte eine wesentliche Rolle. Zum einen wurde sie gefordert, zum anderen wurde angemerkt, dass die Verwirklichung von interdisziplinärer Forschung oft nur unzureichend erfolgte (Daschkeit 1998a).

Trotz der Forderung nach und der Durchführung von interdisziplinärer Forschung ist wenig bekannt über die stattfindenden Prozesse und über Maßnahmen zu deren Optimierung. Über die auftretenden Schwierigkeiten und deren Vermeidung liegen nur sehr wenige Arbeiten vor. Dieses Wissen ist jedoch nötig, um angewandte Forschung möglichst effektiv planen, durchführen und unterstützen zu können (Defila et al. 1996).

Hilfreich hierzu wären Erfahrungsberichte und Evaluierungen über interdisziplinäre Verbundvorhaben (Daschkeit & Schuchardt 1999, Daschkeit 1998, Fränze & Daschkeit 1997). Trotz der inzwischen stattfindenden Diskussion um diese Aspekte liegen noch zu wenige Berichte dieser Art vor.

Diese Veröffentlichung ist der dritte Band des interdisziplinären Verbundvorhabens Gesamtsynthese „Ökosystemforschung Wattenmeer“. Während sich Band 1 „Systemeigenschaften, anthropogene Einflüsse und Schutz“ u.a. mit den naturwissenschaftlichen Aspekten der Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer sowie der Beurteilung verschiedener anthropogener Einflüsse in diesem Ökosystem beschäftigte (Farke & Liebezeit 1999), wurden im Band 2 „Modelle in der Ökosystemforschung“ Methoden, Bewertungen und Empfehlungen zur Nutzung der in der Ökosystemforschung eingesetzten Modelle erarbeitet. Neben einer Befragung unterschiedlicher Nutzergruppen (Umweltbehörden / Wissenschaftler) und der anschließenden Auswertung wurden Modellevaluierungen und ein Leitfaden für Modellbewertung entwickelt (Wirtz & Niesel 1999).

Der vorliegende dritte Band hat eine Bilanzierung des methodischen Ansatzes der Ökosystemforschung Wattenmeer anhand der drei Bereiche Synthese als Methode der Ökosystemforschung, Modelle als Methode der Ökosystemforschung und Ökosystemforschung als Methode der Umweltforschung zum Ziel. Er soll in Form eines „Erfahrungsberichtes“ Wissenschaftlern und Förderpolitikern Empfehlungen für die Durchführung zukünftiger Verbundvorhaben liefern. Mit diesem Erfahrungsbericht über die Ökosystemforschung Wattenmeer sollen vielfältige Einblicke in die Struktur, Organisation und den Ablauf eines interdisziplinären Verbundvorhabens gegeben werden. Die im Laufe des Projektes gemachten Erfahrungen und Schlussfolgerungen sollen damit einem größeren Kreis als den direkt Beteiligten nutzbar gemacht werden.

Maren Kaiser, Thilo Mages-Dellé, Rolf Oeschger

2 Entwicklung der Ökosystemforschung

Maren Kaiser, Thilo Mages-Dellé

Zunächst soll mit einem kurzen Rückblick auf die Entwicklung des Umweltschutzes in Deutschland und im internationalen Rahmen die Notwendigkeit von Ökosystemforschung als Grundlage ökosystemarer Umweltprogramme dargelegt werden.

Das erste deutsche Umweltprogramm wurde 1971 von der Bundesregierung beschlossen. Oberstes Ziel dieses Programms war der Schutz des Menschen. Hierfür wurde die Sicherung der Umweltgüter, der Schutz der Naturgrundlagen vor schädlichen Wirkungen menschlicher Aktivitäten, die Beseitigung bereits vorhandener Schäden und die langfristige Sicherung der Naturressourcen für zukünftige Generationen als notwendig erachtet. Zur Erreichung dieser Ziele wurden in einem Aktionsprogramm allgemeine Ziele der Umweltpolitik für die Bereiche Natur und Landschaft, Abfallbeseitigung, Umweltchemikalien und Biozide, Wasser, Hohe See, Küstengewässer, Luft und Lärm formuliert (Bundesministerium des Innern 1973).

In seinem ersten Umweltgutachten kritisierte der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 1974), dass in diesem Programm in den meisten Bereichen die Angabe von Qualitätszielen, Grenzwerten und Normen sowie konkrete Formulierungen, die im Rahmen der Umweltschutzgesetzgebung praktikabel sind, fehlen. Als Ursache führte der SRU „fehlende wissenschaftliche Kenntnisse über Emissions-Immissionszusammenhänge, Langfristwirkungen von Schadstoffen und die Belastbarkeit des menschlichen Organismus und anderer Subsysteme“ an. Des weiteren wies er darauf hin, dass sich Umweltprobleme nicht an die Grenzen traditioneller Fachdisziplinen halten. Einzellösungen in den Bereichen Abfallbeseitigung (Bodenschutz), Luftreinhaltung und Gewässerschutz stand ein geringes Wissen über Schadstoffpfade, Schadstofftransfer zwischen den Medien (Wasser, Boden, Luft), Wirkungszusammenhänge, Wechselwirkungen und gegenseitige Wirkungsbeeinflussungen von Schadstoffen gegenüber. So haben sektorale Umweltschutzmaßnahmen z.T. nur zu einer Verlagerung von Problemen in eine andere geographische Region oder in ein anderes Medium geführt. Beispiele sind die „Politik der hohen Schornsteine“ und der über die Flüsse erfolgte Nährstoffeintrag in das Meer. Der SRU plante zunächst die Bewertung des Zustandes der Umwelt anhand eines „integrierten ökonomisch-ökologischen Gesamtmodells“, musste aber feststellen, dass es keinen entsprechenden Modellansatz, keine verbindlichen Festlegungen von Indikatoren und Indizes sowie keine ausreichende Datengrundlage gab. Folgerichtig forderte er u.a. die Erforschung der Belastbarkeit und Belastungsgrenzen von Ökosystemen. Im Bereich der Auswirkungen auf Ökosysteme wurde ein Schwergewicht auf die Erforschung der Wirkungen von Umweltchemikalien, wie z.B. PCBs und Herbizide, gelegt. Die Mehrzahl der Empfehlungen dieses Gutachtens sind jedoch sektoral ausgerichtet.

Die Bereiche Belastungen und Belastbarkeit von Ökosystemen nahmen 1978 im zweiten Umweltgutachten einen sehr viel größeren Stellenwert ein. Für einige Schwermetalle und organische Schadstoffe, für Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Stickoxide

und Photooxidantien (z.B. Ozon) wurden nicht nur die Auswirkungen auf Menschen und Organismen, sondern auch auf Strukturen und Funktionen von Ökosystemen diskutiert. Nach wie vor stellte sich jedoch das Problem der Bewertung des Umweltzustandes. Zum einen hielt der SRU die verstärkte Suche nach Umweltindikatoren für erforderlich, zum anderen forderte er u.a. die Erstellung von ökologischen Katastern (siehe Kap. 2.1) und die Intensivierung der Grundlagenforschung zur Belastbarkeit von Ökosystemen (SRU 1978).

Die Ursachen, warum die z.T. schon 1974 vom SRU aufgezeigten Fehlstellen und Defizite der Umweltpolitik Ende der siebziger Jahre größtenteils noch immer bestanden, sind vielfältig. Sie sind u.a. im sich erst entwickelnden umweltpolitischen Problembewusstsein zu sehen. So waren es z.B. die Bürgerinitiativen, die als erste gesamtökologische Gutachten forderten. Weitere Gründe waren das Fehlen von Umweltwissenschaften und demzufolge von Wissenschaftlern, die medienübergreifende Analysen durchführten sowie das Fehlen entsprechender umweltpolitischer Instrumente (z.B. Umweltverträglichkeitsprüfung).

Ausgehend von dieser Situation wurde Ende der 70iger Jahre im Auftrag des Bundesministers des Inneren und unter Beteiligung des Forschungs- und Landwirtschaftsministeriums ein Konzept für ein Ökosystemforschungsprogramm des Bundes von Ellenberg et al. (1978) erarbeitet.

2.1 Das deutsche Ökosystemforschungsprogramm

In diesem Programm wird als unverzichtbare Grundlage einer zukünftigen ökosystemaren Umweltpolitik der Aufbau eines „ökologischen Informations- und Bewertungssystems“ für Deutschland gefordert. Seine drei Säulen waren die Ökosystemforschung (ökologische Analyse von Beispielgebieten), das auch vom SRU (1978) geforderte ökologische Kataster und ökologisch-ökonomische Nutzungsmodelle (SRU 1987).

1) Ökosystemforschung analysiert die Wechselwirkungen der biologischen Komponenten 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 die Voraussetzung für das Verständnis des jeweiligen Zustandes eines Ökosystems und für die Interpretation beobachteter Veränderungen. Damit ist sie unabdingbar für eine ökosystemar orientierte Umweltpolitik.

2) Eine wesentliche Forderung des SRU betrifft die Einrichtung eines flächendeckenden ökologischen Katasters als unverzichtbare Grundlage jeglicher Planung. Bausteine sind ein Element-, ein Faktoren- und ein Wirkungskataster. Das Elementkataster gibt Auskunft über das Vorkommen von Lebensgemeinschaften, Pflanzen- und Tierarten und erlaubt regelmäßige Bestandskontrollen (Umweltbeobachtung) in Verbindung mit einer ökologischen Beweissicherung (Umweltprobenbank). Im Faktorenkataster werden Umweltfaktoren wie Klima, Boden, Immissionen und wirtschaftliche Maßnahmen erfasst (Umweltbeobachtung). Mit dem Wirkungskataster werden durch experimentelles Biomonitoring Schädigungen und die Schadstoffakkumulation durch Testorganismen sowie

Schadstoffgehalte in freilebenden Arten (Umweltprobenbank) ermittelt. Ein derartiges ökologisches Kataster erlaubt die Zustandsbeschreibung von Ökosystemen und übergeordneten Ökosystemkomplexen, wie z.B. eine Großstadt und ihr Umland oder ein Alpenal.

3) Ökologisch-ökonomische Nutzungsmodelle sind die dritte Säule des „ökologischen Informations- und Bewertungssystems“. Auf der Datengrundlage des ökologischen Katasters und der Ökosystemforschung sollen sie ermöglichen, die durch Beeinträchtigung des Naturhaushaltes oder Zerstörung der Umwelt entstehenden volkswirtschaftlichen Kosten zu erfassen, gegen ökonomische Interessen abzuwägen und indirekt Anreize für die Entwicklung umweltfreundlicher und dadurch langfristig konkurrenzfähiger Technologien zu geben.

Im folgenden werden die Anforderungen an die Ökosystemforschung, wie sie von Ellenberg et al. (1978) im Ökosystemforschungsprogramm präzisiert wurden, dargestellt:

- Erfassung der Wirkungszusammenhänge und Wirkungsketten in repräsentativen Ökosystemen (Hauptforschungsräumen),
- Aussagen über den natürlichen Gleichgewichtszustand und die Belastbarkeit durch äußere und innere Störungen,
- quantitative Beurteilung des Energie- und Stoffumsatzes,
- Aufklärung des Zusammenhangs von Diversität, Stabilität und Produktivität eines Systems,
- Erforschung der wechselseitigen Beeinflussung von Ökosystemen,
- Entwicklung praxisrelevanter Prognosemodelle.

Diese Ökosystemforschung sollte in mindestens 10 Hauptforschungsräumen erfolgen. Der Auswahl dieser Räume wurden folgende Kriterien zugrunde gelegt (Ellenberg et al. 1978):

- regionale Repräsentanz in dem Sinne, dass die Biotop- und Biozönosestrukturen des ausgewählten Gebietes mit dem weiteren Umland der jeweiligen Großlandschaft vergleichbar sind
- für Input-Output-Analysen sollen die nicht-urbanen Hauptforschungsräume in ihrer Gesamtheit die Variationsbreite der natürlichen Stoff- und Energieumsätze, die Bestände der vorkommenden Arten sowie die regional differenzierten anthropogenen Belastungen widerspiegeln
- die urban-industriellen Hauptforschungsräume sollen die unterschiedliche Belastungsproblematik von Großstädten und Kerngebieten industrieller Ballungsregionen repräsentieren.

Weitere Auswahlkriterien waren bereits vorliegende Arbeiten in den in Betracht kommenden Gebieten, die ausreichende Größe der Gebiete, die Gewährleistung der Möglichkeit von Langzeituntersuchungen sowie die relative Nähe zu Hochschulstandorten, um die

entsprechenden logistischen Vorteile nutzen zu können. Überlegungen und Methoden zur Auswahl repräsentativer Gebiete sind in Ellenberg et al. (1978), Lewis (1985) und Fränzle et al. (1987) ausführlich dargelegt.

2.2 Internationale Programme der Ökosystemforschung

Das Internationale Biologische Programm (IBP) und das UNESCO-Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (Man and the Biosphere, MAB) sind zwei internationale Programme, an denen sich auch die deutsche Ökosystemforschung orientiert hat.

2.2.1 Das Internationale Biologische Programm

Das von 1961 bis ca. 1974 laufende grundlagenorientierte IBP war das erste globale Vorhaben der Ökosystemforschung. Es hatte die Erforschung verschiedener Ökosysteme in möglichst vielen Ländern zum Ziel. Mit seiner Etablierung wurde der Anspruch ganzheitlich wissenschaftlicher Erforschung von Ökosystemen erstmalig in einem globalen Forschungsprogramm formuliert und die Stellung der Ökologie, die bislang innerhalb der Biologie eine untergeordnete Rolle spielte, deutlich aufgewertet (Ellenberg 1986, Ellenberg et al. 1979). Das Programm wurde weltweit mit den Arbeitsschwerpunkten Struktur und Prozesse terrestrischer, aquatischer und mariner Ökosysteme sowie deren Nutzbarkeit unter Schonung der natürlichen Ressourcen betrieben (Kerner et al. 1991). Die IBP-Projekte und -Initiativen, die in vielen Ländern durchgeführt wurden, erbrachten eine so große Datenfülle, dass auch ein Jahrzehnt nach Abschluss des Programms noch nicht alle Auswertungen vorlagen. Wesentliche Gründe dafür waren, dass die Informationstechnik noch nicht weit genug entwickelt und die Aufwendung für die Auswertungen unterschätzt wurden bzw. eine Synthese nicht eingeplant war. Ein weiterer Nachteil war, dass die Arbeits- und Auswertungsphase weitgehend unberührt von der Systemlehre blieb, als die Veröffentlichungen von Forrester, Mesarovic, Meadows (1974) u.a. erschienen. Auch der Mensch wurde nur als externe Größe betrachtet und ging in die Ökosystembetrachtungen nicht ein. Dennoch gab das IBP insbesondere für die Ökosystemtheorien neue Impulse. Die bisher beschreibende Betrachtung von Ökosystemen und Landschaftseinheiten wurde abgelöst durch das Bemühen, die darin ablaufenden Prozesse besser zu verstehen und hervorzuheben. Begriffe wie „Fließgleichgewicht“, „elastische Stabilität“, „Resilience“ und „Viability“ dokumentieren ein neues und besseres Verständnis der Dynamik von Ökosystemen (MAB-6 1988).

2.2.2 Das „Programm Man and Biosphere“ der UNESCO

In den frühen siebziger Jahren wurde das IBP durch das Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (Man and the Biosphere, MAB) abgelöst, das von der UNESCO (Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur) angesichts der zunehmenden globalen Herausforderungen im Umweltbereich, wie z.B. Ausdünnung der Ozonschicht, Treibhauseffekt, Vernichtung der Regenwälder, Verschmutzung der Flüsse und Meere initiiert wurde. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf den Wechselwirkungen zwischen den menschlichen Aktivitäten und den Ökosystemen.

Das allgemeine Ziel wurde folgendermaßen formuliert: „Gemeinsam von Natur- und Sozialwissenschaften soll eine Grundlage für die vernünftige Nutzung und Erhaltung der Ressourcen der Biosphäre und die Verbesserung der Beziehung zwischen Mensch und Umwelt entwickelt werden“ (Deutsches MAB-Nationalkomitee 1991). Das Programm soll vorrangig auf internationaler, aber auch auf nationaler Ebene wissenschaftliche Grundlagen für eine wirksame Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes sowie für eine ökologisch rationale Nutzung der Biosphäre erarbeiten. Der Forschungsansatz soll interdisziplinär, länderübergreifend und problemorientiert sein. Die Umsetzung dieses sehr weit gefassten Auftrages machte eine Abkehr von ausschließlich sektoralen Forschungsansätzen und medienspezifischen Fragestellungen notwendig.

2.2.3 Der nationale Ansatz des MAB-Programms

Auf nationaler Ebene konstituierte sich das MAB-Nationalkomitee der Bundesrepublik Deutschland im September 1972. In der Anfangsphase des MAB-Programms stand hier vor allem die Erarbeitung erster Ansätze zur Behandlung und Erfassung komplexer ökosystemarer Fragestellungen im Mittelpunkt des Interesses. Die zweite Phase diente der Umsetzung entwickelter Modelle in realen Landschaften, so z.B. das von Vester und Hesler entwickelte Konzept des sogenannten Sensitivitätsmodells, das erstmalig die Verflechtungen und Strukturvielfalt von urbanen Systemen aufzeigte. In diese Umsetzungsphase fällt auch der deutsche Beitrag zum MAB-6 Programm, das Ökosystemforschungsprojekt Berchtesgaden (Erdmann & Spandau 1997).

Die nächste Phase innerhalb des MAB-Programms ab 1986 ist vor allem geprägt durch die in Berchtesgaden gewonnenen Erkenntnisse und deren Übertragung auf neue Forschungsräume und Programme. Hierzu gehören z.B. die in Kapitel 2.4.1 genannten Projekte in Kiel und Göttingen sowie die Ökosystemforschung Wattenmeer (siehe Kap. 3 und 4).

2.3 Entwicklung der Ökosystemforschung in Deutschland seit den sechziger Jahren

Um die methodischen Hintergründe der Ökosystemforschung Wattenmeer darzulegen, soll im folgenden ein kurzer Überblick über die Entwicklung der Ökosystemforschung gegeben werden mit einem Schwerpunkt auf der Förderung großer Verbundvorhaben durch die Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie Bildung und Forschung (BMBF, früher BMFT). Das Augenmerk wird auf der angewandten Ökosystemforschung liegen, bei der die Wechselwirkungen von Natur und Mensch einen hohen Stellenwert haben und z.T. das sozioökonomische System berücksichtigt wird. Auf die methodischen Erfahrungen hinsichtlich interdisziplinären Arbeitens innerhalb großer Verbundvorhaben wird für die nachfolgend beschriebenen Forschungsvorhaben im Kapitel 8 eingegangen, sofern die Informationen verfügbar sind.

Selbstverständlich gibt es neben den nachfolgend beschriebenen Forschungsprojekte zahlreiche weitere, die sich mit Teilaspekten von Ökosystemen befassen oder aufgrund ihres integrierenden Forschungsansatzes der Ökosystemforschung zuzurechnen sind,

wie z.B. das Vorhaben „Ballungsraumnahe Waldökosysteme Berlin“ (Cornelius et al. 1997) und einige Sonderforschungsbereiche der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Dieser Überblick erhebt also keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit, insbesondere nicht hinsichtlich der internationalen Ökosystemforschung.

Als erster großer Beitrag Deutschlands zum IBP wird das Bodenseeprojekt betrachtet, obwohl es vor dem Beginn des IBP konzipiert wurde. Im Rahmen dieser aquatischen Ökosystemforschung wurden die produktionsbiologischen Wirkungsbeziehungen sowie die Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft, Bedrohung und Sanierungsmöglichkeiten des Bodensees untersucht (Ellenberg 1986).

Das von 1966 bis 1973 als Schwerpunktprogramm durch die DFG geförderte Solling-Projekt war sowohl ein Pilotprojekt des IBP als auch der „integrierten multidisziplinären Feldforschung“. In 35 Teilprojekten sollten gemäß der Ausrichtung des IBP zum einen Methoden für die Untersuchung von Laubwaldökosystemen der gemäßigten Breiten entwickelt werden. Zum anderen wurden die Grundlagen und Vorgänge der biologischen Produktion vergleichend in verschiedenen Ökosystemen des Hochsollings, insbesondere im mitteleuropäischen Buchenwald, erforscht. Die strukturellen Gegebenheiten und physikalisch-chemischen Bedingungen, die Pflanzengemeinschaften und ihrer Produktionsleistungen, die Nahrungsbeziehungen und Funktionen zahlreicher Tierarten, die Destruenten und ihre Leistungen und der Energieumsatz durch die Ökosysteme wurden analysiert. Nach dem offiziellen Ende des Projektes im Jahr 1973 wurden einzelne Aspekte von der DFG weitergefördert. Sowohl wegen der noch andauernden Bearbeitung als auch aufgrund der fehlenden Finanzierung einer Synthesephase erschien der die Synthese beinhaltende Gesamtbericht des Projektes erst 1986 (Ellenberg 1986).

Im von 1978 bis 1982 durch die DFG geförderten „Landschaftsökologischen Forschungsprojekt Naturpark Schönbuch“ wurden ebenfalls der Zustand und die Vorgänge in einem Waldökosystem untersucht. Es unterschied sich vom Solling-Projekt durch einen geowissenschaftlichen Untersuchungsschwerpunkt im Bereich Boden und Wasserhaushalt, durch die Betrachtung größerer Flächen, durch eine geringere Immissionsbelastung des Gebietes und durch die Ausdehnung von Teilen des Programms auf den naturräumlich ähnlichen, aber stark besiedelten Aich. Letzteres ermöglichte den Vergleich der „Basisdaten“ einer naturnahen Landschaft mit denen eines anthropogen beeinflussten Gebietes. Die Arbeiten gliederten sich in Bestandsaufnahmen, kausale Analysen einzelner Prozesse wie z.B. der gegenseitigen Beeinflussung von Pilz- und Baumwurzelwachstum und in „Pauschalanalysen“ der Stoffflüsse zwischen Atmosphäre, Biosphäre und Pedosphäre anhand des Wasserhaushaltes (Einsele 1986).

Die von Juli 1978 bis Ende 1980 durchgeführte „Landschaftsökologische Modelluntersuchung Ingolstadt“ ist aufgrund ihrer integrierenden Betrachtungsweise ebenfalls der Ökosystemforschung zuzurechnen. Für die agrar- und forstwirtschaftlich genutzte Region Ingolstadt sollten die „Grundlagen und Vollzugsmöglichkeiten der Landschaftsplanung in methodischer Hinsicht umfassend untersucht“ und verbessert werden. Die Landschaftsplanung wird hier als angewandte Landschaftsökologie und Synthesewissenschaft ver-

standen. Ursprünglich war für dieses Projekt eine fünfjährige Laufzeit vorgesehen. Trotz Durchführbarkeitsstudie und zweijähriger Vorbereitungszeit musste der Arbeitsumfang aufgrund sachlicher und finanzieller Schwierigkeiten nach einem Jahr stark eingeschränkt, nach der Hälfte der Laufzeit des Projektes ganz eingestellt werden. Lediglich einige abschließende Arbeiten wurden bis zum Herbst 1981 fortgesetzt. Trotzdem wurden die bis dahin erzielten Ergebnisse von der wissenschaftlichen Öffentlichkeit als wesentliche Fortschritte der Landschaftsökologie und Planung bewertet. Hierzu zählen die Ableitung von Indikatoren der Umweltqualität sowie der Aufbau eines flächenbezogenen Landschaftsmodells, das u.a. für Umweltverträglichkeitsprüfungen weiter verwendet wurde und den Aufbau flächenbezogener Informationssysteme erlaubte (Bachhuber et al. 1984).

Fast zeitgleich zur Ingolstädter Studie lief von Dezember 1979 bis Februar 1981 das Projekt „Ökomodell Saarbrücken“ (Ökologisches Stadtkataster). Dies war die erste Studie, die direkt auf das Konzept des Ökosystemforschungsprogramms aufbaute (siehe Kap. 2.1). In diesem Vorhaben wurden Wege für die ökologische Bewertung urbaner Flächen und die sich anschließende Umweltplanung erarbeitet. Als Bewertungsgrundlagen dienten die Ergebnisse eines experimentellen Biomonitorings, Nahrungsnetzanalysen sowie Untersuchungen der räumlichen Verteilung und Wirkungsweise von Flächennutzung, Klima- und Bodentypen, der realen Vegetation, der Fauna und die epidemiologische Erfassung bestimmter Atemwegserkrankungen des Menschen. Experimentelles Biomonitoring ermöglicht „eine objektbezogene Aussage über die Belastungsmuster eines bestimmten Raumes“, Nahrungsnetzanalysen zeigen die Wege ökotoxikologisch bedeutsamer Substanzen im Ökosystem, Risikogebiete und Risikoarten auf und weisen auf mögliche Gesundheitsgefahren hin, wenn die untersuchten Arten direkt oder indirekt der menschlichen Ernährung dienen. Die Flächennutzung ist ein weiteres wichtiges Bewertungskriterium, da gerade in urbanen Ökosystemen die Flächennutzung auf Tierpopulationen häufig einen wesentlich stärkeren Einfluss hat als die Immissionen (Müller 1984). Mit dem Projekt „Ökomodell Saarbrücken“ wurde für ein urban-industrielles Gebiet erstmals ein ökologisches Kataster als Baustein eines „ökologischen Informations- und Bewertungssystems“ gemäß Ellenberg et al. (1978) erarbeitet. Mit der Untersuchung zahlreicher Tierarten auf ihre Eignung als Bioindikatoren für Schadstoffanalysen wurden gleichzeitig Grundlagen für den Aufbau einer Umweltprobenbank geschaffen.

2.4 Realisierung des deutschen Ökosystemforschungsprogramms

Die weitere Realisierung des in Kapitel 2.1 beschriebenen Ökosystemforschungsprogramms des Bundes erfolgte auf zwei verschiedenen Wegen. Das Bundesministerium für Forschung und Technologie (heute: BMBF) richtete Ökosystemforschungszentren an Universitäten und Großforschungseinrichtungen ein. Die Waldschadensforschung hatte gezeigt, dass ökosystemare Zusammenhänge stärker berücksichtigt werden müssen. Dies veranlasste den BMBF, die für die Waldschadensforschung vorgesehenen Mittel in die institutionelle Förderung der Ökosystemforschung zu investieren, um deren wissen-

schaftliche Basis langfristig zu verbessern (BMU 1989, Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1995). Der BMU förderte dagegen große Verbundvorhaben gemeinsam mit den Ländern, in denen das jeweilige Untersuchungsgebiet liegt und unter Benutzung bestehender Forschungsstrukturen. Hierbei legte der BMU den Schwerpunkt stärker als der BMBF auf die angewandte Ökosystemforschung, bei der die Wechselwirkungen von Natur und Mensch im Vordergrund stehen und das sozioökonomische System analysiert wird.

2.4.1 Ausgewählte Verbundvorhaben und Forschungszentren des BMBF

Im Januar 1984 wurde das Forschungszentrum Waldökosysteme an der Universität Göttingen gegründet. Es werden die Bedingungen für eine langfristige Nutzung der Wälder, die deren Existenz und deren Umwelt nicht gefährdet, erforscht. Die vom Forschungszentrum Waldökosysteme und weiteren Institutionen und Einrichtungen außerhalb der Universität Göttingen bearbeiteten Projekte befassen sich mit der Struktur und Erneuerung von Waldökosystemen, deren Wechselwirkungen mit ihrer Umgebung, mit neuartigen Waldschäden sowie der ökonomischen Bewertung ökologischer Gegebenheiten und Entwicklungen (Wiedey 1997). Die Arbeiten sind Bestandteil des oben beschriebenen MAB-Programms (Kap. 2.2.2 und 2.2.3).

Im MAB-Pilotprojekt „Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette in Schleswig-Holstein“ werden seit 1988 durch das Projektzentrum Ökosystemforschung der Universität Kiel die Stoff- und Energieflüsse, die biozönotische Diversität, Produktivität und die Landnutzung von Wald, Wiesen, Weiden, Äckern und Seen erforscht. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Untersuchungen der Struktur, Dynamik und Stabilitätseigenschaften dieser miteinander in Beziehung stehenden Ökosysteme liegt im Bereich der Modellierung dieser Systeme (Blume et al. 1994). Die Konzeption der Arbeiten basiert ganz wesentlich auf dem oben beschriebenen Ökosystemforschungsprogramm (Kap. 2.1) des Bundes und wurde in inhaltlicher Abstimmung mit dem BMU entwickelt.

Der Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) ist eine 1990 gegründete Kooperationseinrichtung der Technischen Universität München/Weihenstephan und des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit, die den Ökosystemforschungszentren des BMBF zuzurechnen ist. Das übergeordnete Forschungsthema sind die „Erfassung, Prognose und Bewertung nutzungsbedingter Veränderungen in Agrarökosystemen und deren Umwelt“. Die Auswirkungen von menschlichen Eingriffen auf Lebensgemeinschaften, Stoffkreisläufe und Landschaftsbild von Agrarlandschaften sollten mit bestehenden und neu zu entwickelnden Methoden erfasst und bewertet werden. Wichtige Instrumente sind hierfür die Verwendung von Indikatorsubstanzen und -arten, Simulationsmodelle, Informationssysteme und ein zu erstellendes Expertensystem (Hantschel et al. 1997).

Das Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung wurde 1990 an der Universität Bayreuth gegründet. Die Arbeiten sind ausgerichtet auf die „Vorhersage und Erklärung der Auswirkungen von Umweltveränderungen auf Ökosysteme“. Im Rahmen

dieses generellen Zieles werden die Teilaspekte „Auswirkungen von Stickstoffeinträgen in terrestrischen Ökosystemen, Auswirkungen reduzierter Schwefeleinträge auf das Ökosystemverhalten und die Bedeutung des Wasserhaushaltes für den Stofftransport in Ökosystemen und den Stoffaustrag“ bearbeitet. Untersuchungsgegenstand sind die Waldökosysteme in Nordbayern, insbesondere ihre Stabilität, Belastbarkeit und langfristige Nutzbarkeit (Gollan & Heindl 1997, Matzner 1993).

Das 1992 vom Bund und den Ländern Sachsen und Sachsen-Anhalt gegründete Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ) widmet sich der Ökosystemforschung in hochbelasteten urban-industriellen Ballungsräumen. Zentrale Aufgabe sind die Bestandsaufnahme von Struktur, Funktion und Dynamik stark belasteter Ökosysteme, die Entwicklung von Sanierungskonzepten und von Strategien zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von Ökosystemen für die Neugestaltung ganzer Regionen. Eine wesentliche Rolle spielt hierbei die Berücksichtigung der sozioökonomischen Bedingungen und der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Ökosystem.

2.4.2 Vorhaben der angewandten Ökosystemforschung des BMU

"Der Einfluss des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden" war das erste auf dem deutschen Ökosystemforschungsprogramm aufbauende interdisziplinäre Verbundvorhaben des BMU und gleichzeitig ein Beitrag zum oben beschriebenen MAB-Programm. In dem von 1981 bis 1991 laufenden Projekt der angewandten Ökosystemforschung wurden die ökologischen Probleme der Nutzung der Hochgebirgsökosysteme durch den Menschen analysiert. Die im Konzept von Ellenberg et al. (1978) formulierten Anforderungen an die Ökosystemforschung wurden für das Hochgebirge konkretisiert, um sozioökonomische und methodische Aspekte ergänzt und die Ziele des Nationalpark Berchtesgaden berücksichtigt. Es wurden die Auswirkungen menschlicher Nutzungen auf die natürlichen Ressourcen untersucht, Entwicklungsalternativen aufgezeigt und das sozioökonomische System analysiert. Die im Projekt entwickelten Methoden für die Analyse und Bewertung menschlicher Aktivitäten machten die Ergebnisse in Form von Planungs- und Entwicklungshilfen für die Nationalparkregion nutzbar (Kerner et al. 1991). Die erarbeiteten allgemeinen Methoden der angewandten Ökosystemforschung werden im Kapitel 3.1 unter dem Aspekt ihrer Übertragbarkeit auf die Ökosystemforschung Wattenmeer, dem zweiten Ökosystemforschungsvorhaben des BMU, dargestellt. Das Berchtesgadener Vorhaben und der theoretische Überbau ist im nachfolgenden Kapitel 2.5 dargelegt.

2.5 MAB 6 Beitrag / Ökosystemforschung Berchtesgaden

In den oben dargelegten Ausführungen ist die Geschichte und der Vorlauf der Ökosystemforschung in Deutschland geschildert worden. Im Folgenden wird kurz auf die internationale Entwicklung, soweit sie im Kontext der nationalen Entwicklung zu sehen ist, eingegangen und führt zu dem ersten auf dem deutschen Ökosystemforschungsprogramm aufbauende interdisziplinäre Verbundvorhaben des BMU, der Ökosystemforschung Berchtesgaden.

2.5.1 Internationale Ansätze

Abgelöst wurde das IBP durch ein Programm, das durch die UNESCO (Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur) auch angesichts der zunehmenden globalen Herausforderungen im Umweltbereich durch Probleme, wie z.B. Ausdünnung der Ozonschicht, Treibhauseffekt, Vernichtung der Regenwälder, Verschmutzung der Flüsse und Meere, initiiert wurde. Die Betonung lag auf den Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen den menschlichen Aktivitäten und den Ökosystemen.

2.5.2 Man and Biosphere (MAB)

Im Oktober 1970 wurde das ökosystemare Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (Man and the Biosphere, MAB) ins Leben gerufen. Es hatte zum Ziel, das Spannungsfeld zwischen Mensch, Natur und Umwelt zu untersuchen sowie Wege einer nachhaltigen Verbesserung aufzuzeigen.

Dabei sollte das MAB-Programm vorrangig auf nationaler und internationaler Ebene wissenschaftliche Grundlagen für eine wirksame Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes sowie für eine ökologisch rationale Nutzung der Biosphäre erarbeiten.

Die Umsetzung dieses sehr weit gefassten Auftrages machte eine Abkehr von ausschließlich medienspezifischen Fragestellungen notwendig. Das MAB-Programm wurde als übergreifende problemorientierte Forschung konzipiert, das wissenschaftliche Erkenntnisse über Struktur, Funktion, Stoffumsatz und Wirkungsgefüge einzelner Ökosysteme erbringen soll. Ebenso sind Wechselwirkungen verschiedener Ökosysteme untereinander und anthropogener Veränderungen in der Umwelt Gegenstand der Arbeiten.

Ausgangspunkt der MAB-Forschung ist ein ökosystemarer Ansatz, der neben ökologischen auch sozioökonomische Aspekte mit einbeziehen soll. Das Programm basiert auf der Erkenntnis, dass die Abhängigkeiten im ökosystemaren Gefüge auf naturgesetzlichen Grundlagen basieren, die einer Systematik folgen, die in Modellen darzustellenden sind (Erdmann & Spandau 1997).

Drei wesentliche Anforderungen wurden an die Projekte gestellt:

- eine zwischenstaatliche Organisationsstruktur,
- Problemorientierung,
- Inter- bzw. Multidisziplinarität.

Der Beitrag jedes Landes fällt in die Verantwortung eines nationalen Komitees, das sich aus Wissenschaftlern, Universitäten, Forschungsanstalten und Regierungsvertretern zusammensetzt. Dabei spielt der umsetzungsorientierte Forschungsansatz, auch durch die Einbeziehung von Regierungsvertretern, eine wichtige Rolle. Diejenigen, die für die Umsetzung der Forschungsergebnisse verantwortlich sind, werden bereits von Anfang

an integriert und an der Gestaltung und Durchführung des Programms beteiligt (Deutsches MAB-Nationalkomitee 1991).

2.5.3 Nationaler Ansatz

Auf nationaler Ebene konstituierte sich das MAB-Nationalkomitee der Bundesrepublik Deutschland im September 1972. In der Anfangsphase des MAB-Programms stand in Deutschland vor allem die Erarbeitung erster Ansätze zur Behandlung und Erfassung komplexer ökosystemarer Fragestellungen im Mittelpunkt des Interesses. Die zweite Phase diente der Umsetzung der entwickelten Modelle in realen Landschaften, so z.B. das von Vester und Hesler entwickelte Konzept des sogenannten "Sensitivitätsmodells", das erstmalig die Verflechtungen und Strukturvielfalt von urbanen Systemen aufzeigte. In diese Umsetzungsphase fällt zeitgleich auch der deutsche Beitrag zum MAB 6-Programm, das Ökosystemforschungsprojekt Berchtesgaden (Erdmann & Spandau 1997).

Die nächste Phase innerhalb des MAB-Programms ab 1986 ist vor allem geprägt durch die in Berchtesgaden gewonnenen Erkenntnisse und die Übertragung auf neue Forschungsräume und Programme. Hierzu gehören die schon genannten Projekte in Kiel, Osnabrück, Göttingen u.a. sowie der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vorgeschlagene nächste Hauptforschungsraum, das deutsche Wattenmeer (siehe Kap. 3).

2.6 Das Ökosystemforschungsprojekt Berchtesgaden

Aufbauend auf den Erfahrungen des schweizerischen und österreichischen MAB 6-Projektes wurde 1983 ein umfassende Forschungskonzeption für das im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden durchzuführende MAB 6-Projekt vorgelegt. Das Konzept sah neue organisatorische, instrumentelle und theoretische Vorgaben für die Durchführung eines interdisziplinären Ökosystemforschungsvorhabens vor und wurde zwischen 1981 und 1991 durchgeführt.

2.6.1 Konzeption und Gebietsauswahl

Vorausgegangen war seit 1973 die Entwicklung eines deutschen MAB 6-Beitrages, der sich an den verschiedensten Projekten im Alpenraum orientierte.

Erst Ende 1977/Anfang 1978 wurde ein Vorschlag mit konkreter Gebietsauswahl formuliert. Nach Absprache mit aller Beteiligten, national wie international, wurde das Gebiet des Alpen- und Nationalparkgebietes Berchtesgaden ausgewählt. 1978 wurde eine „Durchführbarkeitsstudie“ für das MAB 6-Projekt „Der Einfluss des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme“ in Auftrag gegeben (Seibert 1979). Ziel war die Erarbeitung eines umfassenden langfristigen Forschungskonzeptes, das eine Integration der Forschungsaufgaben Berchtesgadens und die speziellen Forschungsschwerpunkte der Nationalparkverwaltung im MAB-6 Programm ermöglichte. Weiterhin sollte, unter Berücksichtigung laufender und im Abschluss befindlicher Forschungsvorhaben, ein Arbeitsplan für multidisziplinäre Forschung einschließlich einer Synthese erarbeitet werden.

Nach Abschluss dieser „Durchführbarkeitsstudie“ wurden die PROGROS AG (Europäisches Zentrum für Angewandte Wirtschaftsforschung) und die Gesellschaft für Systemforschung und Umweltplanung mbH (ESRI) beauftragt auf der Grundlage der vorgelegten Studie einen Systemforschungsansatz für das Projekt zu entwickeln. Beide hinzugezogenen Gutachter entwickelten Vorschläge für den Ablauf des Projektes unter Aufzeigen erkennbarer Schwachstellen und Defizite der Durchführbarkeitsstudie, und sprachen sich für einen systemanalytischen Ansatz aus. Die Schwerpunkte des Ansatzes sahen vor, wichtig erkannte Problemfelder in ihren Wechselwirkungen zu analysieren, auch in Beziehung zu anderen Problemfeldern und eine Bewertung von Wirkungszusammenhängen vorzunehmen (ESRI 1980, PROGROS 1981).

Aus den Erfahrungen der vorangegangenen Ökosystemforschungsprojekten, insbesondere Solling, Landschaftsökologische Modelluntersuchung Ingolstadt (siehe Kap. 2.3), aus den MAB 6 Projekten insbesondere in der Schweiz und den vorausgegangenen Systemstudien zeigte sich, dass zur Bearbeitung komplexer ökosystemarer Problemstellungen neben konventionellen Ansätzen neue Methoden entwickelt werden mussten (UNESCO 1988).

Die bis dahin durchgeführte Grundlagenforschung bezog sich mehr auf Gewinnung detaillierter Einzeldaten und Erkenntnisse über Teilbereiche einzelner Kompartimente des Ökosystems. Die Erforschung der Systemzusammenhänge wurde in der Forschungslandschaft nur ungenügend berücksichtigt.

Als Konsequenz entschied man sich für zwei Schwerpunkte, deren Ausrichtung sich auch in den beteiligten Programmansätzen widerspiegelte (MAB- Programm, Ökosystemforschung des Bundes):

- eine inhaltlichen Zielsetzung, die Rolle des Menschen in Hochgebirgsökosystemen zu untersuchen
- eine methodische Zielsetzung, übertragbare Methoden zu entwickeln für eine integrierte, anwendungsorientierte Ökosystemforschung um damit verbesserte Entscheidungshilfen für Umweltpolitik, Umweltplanung u.a. bereitzustellen.

Aufbauend auf den Arbeiten der schweizerischen und österreichischen MAB-Projekte über das Zusammenwirken sozio-ökonomischer und ökologischer Prozesse, Wechselwirkungen in einem regionalen Mensch-Umwelt-System mit den Komponenten natürliches System, sozio-ökonomisches System und Landnutzung wurden die Vorstellungen übernommen und im Lauf des Projektes weiterentwickelt.

Im folgenden wird, in einer stark verkürzten Form, der theoretische Hintergrund und der Forschungsansatz der in Berchtesgaden entwickelten „hierarchischen Systemmethode“ beschrieben. Ausführlich dargestellt ist das Forschungsvorhaben in Kerner et al. (1991).

2.6.2 Theoretischer Hintergrund

"Das **natürliche System** umfasst die Lebensgemeinschaften der Tiere und Pflanzen (biotische Grundlagen) sowie die unbelebte Umwelt wie Gesteine, Geomorphologie,

Lokalklima etc. (abiotische Grundlagen). Die biotischen und abiotischen Grundlagen stehen in Wechselwirkung zueinander.

Das **sozioökonomische System** überlagert das natürliche System im vom Menschen bewohnten und überbauten Raum. Es besteht aus vier Teilsystemen: wirtschaftliches, politisch-administratives, sozio-demographisches und sozio-kulturelles Teilsystem. Zum wirtschaftlichen Teilsystem gehören z.B. die Produktion und Verteilung von Gütern und Dienstleistungen, zum politisch-administrativen System das politisch-rechtliche Instrumentarium, Entscheidungsprozesse, Zielvorstellungen etc. Die Bevölkerung, Touristen und soziale Organisationen werden zum sozio-demographischen, soziale Normen und Wertsysteme zum sozio-kulturellen Teilsystem gerechnet.

Die **Landnutzung** als räumliches Nutzungssystem entsteht aus der Überlagerung des natürlichen durch das sozio-ökonomische System. Die räumliche Nutzung, die sich durch einen Gradienten der Nutzungsintensität abbildet, ermöglicht, dass Ökosysteme der Kulturlandschaft, die sich von naturnahen bis städtisch-industriellen Ökosystemen erstrecken, abgegrenzt werden können. Die Landnutzung ist somit die entscheidende 'Schnittstelle' zwischen Naturhaushalt und ökologischer Vielfalt einerseits und der anthropogenen Wirtschafts- und Kulturtätigkeit andererseits" (Spandau 1988).

Die methodischen Schwierigkeiten im Berchtesgadener Projekt lagen insbesondere darin, vornehmlich naturwissenschaftliche raumbedeutsame Daten mit eher sachbezogenen Daten der Sozialwissenschaften in Beziehung zu bringen. Zu diesem Zweck wurde das oben geschilderte „Mensch-Umwelt-System“ mit einer hierarchischen Systemtheorie verknüpft. Dabei wurde dieser theoretische Ansatz einer „Systemhierarchie“ in drei Ebenen unterteilt:

- eine Mikro-Ebene: einzelne, leicht zu erfassende Daten, einfache Strukturen, klare Methoden, kurzfristige Zustände
- eine Makro-Ebene: aggregierte, z.T. unsichere Daten, komplexe Strukturen, langfristige Zustände, Bereich der Rückkopplungsmodelle
- eine Hyper-Ebene: unsichere, wenige, hoch aggregierte Daten, wenig bekannte Strukturen, chaotisches Systemverhalten, Szenarien-Ebene.

Durch die Einbeziehung der Prinzipien der hierarchischen Systemtheorie in die Modellvorstellungen über Struktur und Funktionen des Mensch-Umwelt-Systems wurden auch die notwendigen Abfolgen für eine Analyse konkreter Untersuchungsgebiete festgelegt.

Die im natürlichen System zusammengefassten biotischen und abiotischen Ressourcen wurden durch Felderhebungen erfasst und kartographisch dargestellt. Diese Kartengrundlagen sind Bestandteil der Mikro-Ebene und können für Auswertungen oder kleinräumig-differenzierte Input-Output-Bilanzen herangezogen werden. Durch Extrapolation lassen sich Aussagen über den Zustand des Gesamtgebietes ableiten.

Die Abläufe im sozioökonomischen System können als Landnutzung räumlich dargestellt werden, so dass Wechselbeziehungen zwischen den beiden untersten Ebenen beste-

hen. Menschliches Verhalten ist meist nur mit großem Einzelaufwand erfassbar und in den seltensten Fällen als räumliche Ausprägung darstellbar. Deswegen wurde eine abstraktere Form der Analyse des sozioökonomischen Gefüges ausgewählt. Die Erforschung der Struktur wurde mit Hilfe eines mathematischen Simulationsmodells durchgeführt, das im wesentlichen auf der Grundlage aggregierter Daten arbeitet und längerfristig gültige Aussagen ermöglicht.

Die höchste Ebene, die Hyperebene, stellt für das Mensch-Umwelt-System die Rahmenbedingungen, Einflussfaktoren, Naturgesetze dar. Auch ein chaotisches Systemverhalten ist auf dieser Ebene anzusiedeln.

2.6.3 Methodische Umsetzung

Überträgt man diese theoretische Hierarchisierung auf die dem Untersuchungsgegenstand zugrundeliegende räumlich-zeitliche Ausprägung, so kann der Zustand des Systems durch drei Zustandsebenen in unterschiedlicher Ausprägungs- und Kenntnistiefe gesehen werden:

- Die Basisebene/Realität, sie zählt im engeren Sinne nicht zu den Arbeitsebenen
- Auf der Prozess- oder räumlichen Ebene werden Quantifizierungen messbarer Größen oder Aufnahmen zur Ressourcenverteilungen durchgeführt. Es sind meist präzise Aussagen, aber nur über kurze Zeiträume gültig. Hierzu gehören die „Vollerhebungen“ in den vier Testgebieten, Jenner, Funtensee, Ramsau, Untersberg, mit unterschiedlichen Untersuchungsschwerpunkten. Sie repräsentierten unterschiedliche natürliche Begebenheiten, unterschiedliche Fragestellungen in den Räumen und sozio-ökonomische Schwerpunkte. Für das Gesamtgebiet wurden zusätzlich Informationen (Grundinventar) aufbereitet und erhoben, die es ermöglichten, die genaueren Daten in den Testgebieten, nach statistischer Absicherung und Expertenwissen, durch Extrapolation der Befunde auf das Gesamtgebiet zu übertragen. Alle Daten wurden im geographischen Informationssystem (GIS) abgespeichert und dienten in Form von Input-Output-Bilanzierungen zur Erstellung eines Bilanzmodells. Parallel zur Datenerhebung und der Methodenentwicklung wurden Auswertungsbeispiele (Fallbeispiele) z.B. Waldsterben, Sommertourismus, Olympische Winterspiele, Berglandwirtschaft durchgeführt. Damit wurden die theoretischen Ansätze und die Vorgehensweise auf ihre Handhabbarkeit geprüft, Datenlücken und Methodendefizite aufgedeckt und Fragestellungen realitätsnah dargestellt (Mikro-Ebene).
- Auf der dynamischen oder zeitlichen Ebene werden aggregierte Rückkopplungsmodelle eingesetzt, deren Geltungsbereich (Daten und Steuerungsmechanismen) nur noch gesamt-räumlichen Bezug hatten. Hierzu gehört auch der dynamische Modellbausatz REGIO, der relevante Zusammenhänge im Regionalsystem Berchtesgaden, d.h. die vielfältigen Verflechtungen der sozio-ökonomischen und ökologischen Systeme, untersuchen und darstellen sollte. Damit wurde in Berchtesgaden eine der Grundforderungen des damaligen Konzeptes des Bundes (Kap. 2) angewandt und umgesetzt. REGIO war als Baukastenprinzip aufgebaut um nur jeweils die für die Fra-

gestellung notwendigen Module, Funktionen und Variablen als Teilmodell nutzen zu müssen. Während der Projektlaufzeit wurden Teilmodelle von REGIO für Fallstudien eingesetzt.

In allen Fallstudien wurden Szenarien und dynamische Modelle verbunden. In zwei dieser Fallstudien wurden dynamische Karten (Zeitkarten) erzeugt, die in Verbindung von dynamischen Modellen und dem GIS entstanden sind (Makro-Ebene) (Kerner et al. 1991).

- Auf der Obersten, der strategischen Ebene, können mit Hilfe von Szenarien- und Simulationsmethoden Prognosen und Trends ermittelt werden sowie die Wirkungen auf die unteren Betrachtungsebenen abgeschätzt werden (Hyper-Ebene).

Auf jeder der vorgestellten Betrachtungsebenen kamen, auch in ihrer Ausprägung, unterschiedliche Daten zum Einsatz, die mit verschiedenen Methoden zur Datenauswertung und mit verschiedenen Instrumentarien eingesetzt wurden. Zwischen den einzelnen Ebenen bestehen, da sie sich auf den gleichen Ausschnitt der Realität beziehen, strukturelle Verbindungen.

Die Anwendung bzw. Kopplung dieser Ebenen, d.h. welche Ebene löst welches Problem bzw. welche Verknüpfungen sind zur Lösung nötig, bleibt der Entscheidung des Wissenschaftlers vorbehalten. Nur er kann durch seine Erfahrung und seine Sachkenntnis die Anforderungen an die Aggregations- oder Disaggregationsschritte und damit den Einsatz der geeigneten Modelle formulieren. Mit dieser „kombinierten“ Methode der Raum-Zeit-Betrachtung eines Mensch-Umwelt-Systems entzog man sich dem Problem zu sehr an Einzelbetrachtungen festzuhalten und den systemaren Ansatz zu vernachlässigen.

2.6.4 Organisationsstruktur und zeitlicher Ablauf

Das Forschungsvorhaben lief in drei Phasen ab,

- Vorphase (1981-1983)
- Haupterhebungs- bzw. Hauptphase (1984-1988)
- Synthesephase (1989-1991).

In der Vorphase wurden die Abgrenzungen des Untersuchungsgebietes und der Testgebiete festgelegt, die vorhandenen Forschungsergebnisse gesichtet und ausgewertet sowie wissenschaftstheoretische Überlegungen angestellt. Anschließend wurden die übergeordneten Forschungsfragen formuliert und der zu ihrer Beantwortung notwendige Datenbedarf mit den zu beteiligenden Fachbereichen erarbeitet und festgelegt. Weiterhin einigte man sich auf die Organisationsform des Projektes. Darüber hinaus wurden die vier Gebietsausschnitte ausgewählt, die die vorherrschenden Nutzungskonflikte repräsentierten.

Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes wurde bei der Datenerhebung ein gestuftes und entsprechend der zu beantwortenden Fragen aufeinander abgestimmtes Konzept erarbeitet, das bei flächendeckender Gesamterhebung wichtiger Parameter,

z.B. Landnutzung detaillierte Erhebungen in kleineren Gebietsausschnitten zur Schließung wichtiger Kenntnislücken gewährleistete. Für das Projekt stand dabei im Vordergrund für ein relativ großes Gebiet unter Heranziehung bereits vorhandener und teils noch zu erhebender Daten wissenschaftstheoretisch abgeleitete Methoden und Modelle zu testen, die sich für die grundsätzliche Analyse eines Gebietes ebenso eignen wie für die Ableitung entsprechender Planungen.

Damit sollte der Gegensatz Ökosystemforschung auf der einen Seite mit ihrer systemaren Ausrichtung, Strukturen, Funktionen und Prozesse von Ökosystemen zu untersuchen, und der ökologischen Planung auf der anderen Seite überwunden werden. Als Grundlage dienten die im Projekt entwickelten Modelle

- Datenmodell
- digitales Geländemodell
- ökologisches Bilanzmodell
- regionales Simulationsmodell

sowie die Einrichtung einer adäquaten Organisationsstruktur.

Die Ergebnisse der Hauptphase wurden in ein zentrales Projektinformationssystem integriert. Sowohl bei der Auswahl und Erhebung der Daten als auch bei der Festlegung allgemeiner Rahmenbedingungen für die Durchführung und Dokumentation der Untersuchungen wurde die Synthesefähigkeit der Daten als wichtigstes Kriterium angeführt. Sie wurde als entscheidende Voraussetzung für interdisziplinäre Forschungen gesehen.

Die Synthesephase wurde in Projektsynthese und Programmsynthese unterteilt. In der Projektsynthese wurden die entwickelten Modelle überprüft und zur Beantwortung von Fragestellung für das Untersuchungsgebiet herangezogen, sowie mit Hilfe der aufgebauten Datenbasis die erforderlichen Auswertungen durchgeführt. Unter Hinzuziehung der spezialisierten Fachgebiete wurde dies durch die Steuergruppe bearbeitet. Weiterhin wurden in der Programmsynthese die Modelle und Instrumentarien auf ihre Übertragbarkeit auf andere Programme und Räume geprüft. Nach fast zehnjähriger Forschung wurde das Vorhaben mit einer Abschlusspräsentation beendet (Tobias 1991).

2.6.5 Übertragbarkeit

Die in diesem Forschungsvorhaben entwickelten Methoden der Konzeption und der Durchführung eines angewandten interdisziplinären Forschungsvorhabens haben für eine Vielzahl von Projekten im internationalen Bereich, z.B. in Israel (Berg-Carmel-Gebiet), oder Madagaskar (Tropenwaldprogramm), wie auch im nationalen Bereich Vorbildcharakter. Viele der erarbeiteten Methoden wurden z.B. in die Programmkonzeptionen von Leuschner (1989) und ARSU (1989) für die Ökosystemforschung Wattenmeer eingearbeitet. Inwieweit diese Methoden für den andersartigen Naturraum Wattenmeer übertragbar und anwendbar waren, wird im Kap. 3.1 dargestellt.

3 Konzeption der Ökosystemforschung Wattenmeer

Rolf Oeschger, Thilo Mages-Dellé

Die Ökosystemforschung Wattenmeer wurde 1986 initiiert, um die notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen zum Schutz des Wattenmeeres zu verbessern. Die Konzeption der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde in zwei Studien niedergelegt. Sie umfassen eine Einführung in die wissenschaftliche Problematik, Ziele und Aufgabenstellung sowie einen zeitlichen und finanziellen Rahmen (ARSU 1989, Leuschner 1989). In der schleswig-holsteinischen Studie (Leuschner 1989) wurden bereits sehr konkret die einzelnen Teilprojekte definiert. In beiden Studien wurde darüber hinaus eine Liste von Wissenschaftlern bzw. Institutionen vorgelegt, die für die Mitarbeit in der Ökosystemforschung Wattenmeer bereitstanden. In der zuerst vorgelegten schleswig-holsteinischen Studie wurde auf das in Niedersachsen in Planung befindliche zweite Teilvorhaben verwiesen. Die Abstimmung zwischen den beiden Vorhaben bezog sich auf ein „soweit wie möglich“ gemeinsames Vorgehen bei flächenhaften Untersuchungen und einander ergänzende (komplementäre) Ansätze bei den funktionalen Untersuchungen (B-Teile). Eine inhaltliche Abstimmung zwischen den B-Teilen wurde aufgrund der unterschiedlichen Landschaftsräume (Wattenbucht und Rückseitenwatt) und der unterschiedlichen Schwerpunkte in der Forschungslandschaft der beiden Bundesländer als „nur teilweise notwendig“ erachtet. Des weiteren wurden für die Projektlaufzeit Kontakte zwischen den beiden Steuergruppen vereinbart, die die beiden Teilvorhaben koordinieren und leiten sollten (Leuschner 1989).

In der niedersächsischen Studie (ARSU 1989) wurde auf die zehn Thesen zum Erkenntnisstand über das Ökosystem Wattenmeer der schleswig-holsteinischen Studie Bezug genommen, in der weiteren Planung jedoch ein starkes Gewicht auf Ökosystemtheorien gelegt. Es wurde zunächst eine Vorphase konzipiert, in deren Verlauf Projektleitung, Steuergruppe und GIS installiert, vorhandene Bestandserhebungen und Untersuchungen gesichtet und die Forschungsaufgaben für die Hauptphase konkretisiert werden sollten. Neben der eigentlichen Vorhabensplanung sollte die Konzeption dazu dienen, „den niedersächsischen Teil des Wattenmeeres organisatorisch und fachlich in das Gesamtvorhaben einzubinden und Ansätze für eine gemeinsame Vorhabensablaufstruktur zu finden“ (ARSU 1989). Es wurde davon ausgegangen, dass die Aufgaben der angewandten Ökosystemforschung Wattenmeer von Schleswig-Holstein und Niedersachsen gemeinsam bearbeitet werden und ebenfalls die Komplementarität der beiden grundlagenorientierten Teile betont.

Die Ökosystemforschung Wattenmeer wurde nach dem MAB-Projekt Berchtesgaden (siehe Kap. 2) als zweites Forschungsvorhaben Bestandteil des Ökosystemforschungsprogramms des Bundes. Neben den beiden Bundesressorts des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) wurde dieses Vorhaben von den beteiligten Ländern Schleswig-Holstein, Niedersachsen und in geringerem Umfang von Bremen finanziell gefördert. Die Ökosystemforschung Wattenmeer ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, das neben naturwissenschaftlichen auch sozioökonomische Fragestellungen zum Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur in dieser Region aufgreift.

Die Ökosystemforschung Wattenmeer bestand aus je einem Teilvorhaben im schleswig-holsteinischen und niedersächsischen Wattenmeer. Diese beiden Teilvorhaben untergliederten sich jeweils weiter in einen grundlagen- und einen anwendungsorientierten Teil, so dass das gesamte Vorhaben vier Teile umfasste. Diese Unterteilung war in der Konzeption des schleswig-holsteinischen Teils von Beginn an vorgesehen (Leuschner 1989), nicht aber in der niedersächsischen Konzeption (ARSU 1989). Dort wurde sie im Nachhinein übernommen. Nach Ende der Untersuchungen wurden die vier Teile jeweils mit einer separaten Teilsynthese abgeschlossen. Bis zum Abschluss der ursprünglich geplanten Laufzeit im Juni 1996 konnte in beiden Teilvorhaben keine übergreifende Synthese der grundlagenorientierten und angewandten Teile durchgeführt werden. Um dennoch eine Auswertung des gesamten Vorhabens unter bestimmten Gesichtspunkten durchführen zu können, wurde die Ökosystemforschung Wattenmeer nach dem Ablauf der ursprünglichen Laufzeit um eine Gesamtsynthese erweitert.

3.1 Methoden

In dem vorangegangenen Kapitel 2 wurde in einem kurzen historischen Abriss auf den Anlass, die Grundlagen und Durchführung von ökosystemarer Forschung eingegangen.

Die Ausrichtung der Forschung, beginnend mit dem ersten Vorhaben des Ökosystemforschungsprogramms des Bundes „Der Einfluss des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden“ unterschied sich vor allem in drei Punkten von den vorangegangenen Ökosystemforschungsvorhaben:

- Es sollten nicht nur ausgewählte Ökosystembestände, sondern ganze Landschaftsausschnitte mit wissenschaftlichen Methoden untersucht werden.
- Um den menschlichen Einfluss zu berücksichtigen, sollten Sozial- und Wirtschaftswissenschaftler an dem Forschungsgegenstand beteiligt werden.
- Die Dringlichkeit vieler Umweltprobleme sollte durch speziell zugeschnittene Forschungsfelder gelöst werden.

Mit diesem Ansatz sollte dem drängenden Bedarf aus Verwaltung, Umweltpolitik und Wissenschaft nach direkten umsetzbaren Ergebnissen aus der Ökosystemforschung entsprochen werden. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Berchtesgadener Vorhabens sollte der Ansatz einer angewandten Ökosystemforschung in einem zweiten Vorhaben, der Ökosystemforschung Wattenmeer, weiterverfolgt werden.

Die Übertragung der bewusst gewählten anthropozentrischen Bewertungsgrundsätze in Berchtesgaden konnte für das Wattenmeer nicht erfolgen. Zu unterschiedlich waren die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen im Fall des Wattenmeeres (dynamische Lebensbedingungen durch ständigen Wechsel aperiodischer externer Wettereinflüsse, hohe Stoff- und Energieumsätze, marin-terrestrischer Übergangsbereich). Auch die speziell für einen Hochgebirgsraum geltenden Bewertungsansätze hinsichtlich des menschlichen Einflusses waren im Bezug auf das Ökosystem Wattenmeer, das sich durch wenig menschlichen Einfluss auszeichnet bzw. der menschliche Einfluss in Bezug auf die natürlichen Ein-

flüsse zurücktritt, nicht vorbehaltlos zu übernehmen (ARSU 1989). Ebenso waren die administrativ-organisatorischen Rahmenbedingungen in der Ökosystemforschung Wattenmeer sehr verschieden. So zeichnete sich die Ökosystemforschung Wattenmeer u.a. durch die Durchführung in zwei Bundesländern und der Initiierung und Förderung durch zwei Bundes- und drei Landesministerien aus. Die Aufteilung in anwendungsorientierte und grundlagenorientierte Vorhabensteile, also vier recht eigenständige Vorhabensteile, die in Kapitel 4 noch dargelegt wird, waren für die Absicht, Methodenbausteine aus Berchtesgaden zu übernehmen, nicht gerade förderlich.

So wundert es nicht, dass Leuschner „...wichtige Anregungen für eine Ökosystemforschung im Wattenmeer vor allem im Bereich der Projektorganisation..“ sieht, aber „...Forschungsziele, -inhalte und -methoden einer Ökosystemforschung jedoch naturgemäß für ein Hochgebirge und das Wattenmeer so unterschiedlich zu formulieren sind, dass Gemeinsamkeiten in den Hintergrund treten werden“ (Leuschner 1989).

Dennoch sind weit mehr als organisatorisch-methodische Bausteine aus der Ökosystemforschung Berchtesgaden für die Ökosystemforschung Wattenmeer übernommen worden. Viele der Merkmale, die nach Knauer (1994) als Kennzeichen einer „angewandten Ökosystemforschung“ gelten, sind in Berchtesgaden entwickelt und in die Konzepte der Ökosystemforschung Wattenmeer eingeflossen und erfolgreich eingesetzt worden. Im folgenden werden Methoden aus Berchtesgaden aufgegriffen und dargestellt, soweit sie für die Konzeption und weitere Durchführung der Ökosystemforschung Wattenmeer maßgeblich waren.

Die Ökosystemforschung Wattenmeer umfasste genau wie das Vorhaben in Berchtesgaden die drei Forschungsfelder

- theoriegeleitete, grundlagenorientierte Ökosystemforschung,
- Einbeziehung des Menschen,
- umsetzungsorientierte Ökosystemforschung.

Aus einer erfolgten Mischfinanzierung in Berchtesgaden, die zu einer nachträglichen Koppung und Einbezug von grundlagenorientierten Projekten im Nationalpark Berchtesgaden führten, resultierten Empfehlungen, für den Fall, dass eine Mischfinanzierung von Anfang an notwendig wäre. Die dort notgedrungene Nachschaltung von grundlagenorientierter Forschung hinter ein angewandtes Projekt wurde allenfalls als Kompromisslösung angesehen. Besser, so wurde vorgeschlagen, wäre erst ein „integrierendes - angewandte und Grundlagenforschung zusammenfassendes - synthesegeleitetes Projektkonzept, das die Analyse akuter Probleme und Definitionen des Handlungsbedarfs auf einer Datenbasis und mit Hilfe von Methoden, in der Region, gleichzeitig, fragenbezogen und ergebnisorientiert nach dem Stand des Wissens erarbeitet und abgesichert“ lösen sollte (Kerner et al. 1991). In den beiden Konzeptionen zur Ökosystemforschung Wattenmeer wurden diese Empfehlungen aufgegriffen und weitestgehend umgesetzt (siehe Kap. 4).

Darauf aufbauend wurde die in Berchtesgaden bewährte Unterteilung des zeitlichen Ablaufs des Projektes in Vorphase, Hauptphase und Synthesephase auch in die Konzeptionen der Ökosystemforschung Wattenmeer übernommen und durchgeführt.

Um einen erfolgversprechenden Ablauf des Projektes und der Synthese zu erleichtern, wurden ebenfalls wie in Berchtesgaden infrastrukturelle und administrative Vorkehrungen wie zentrale Arbeits-, Labor und Besprechungsräume, Werkstätten, Messgerätepark, Schiffseinsätze (z.B. TERRAMARE) vorgesehen und eingerichtet. Weiterhin wurde mit der Einrichtung des Wattenmeerinformationssystems (WATiS), einer zentralen Projektdatenbank und der Möglichkeit des dezentralen Zugriffs jedes Teilprojektes auf diese, versucht den Ansatz und die Methode einer zentralen Datenhaltung und Dokumentation zu übernehmen. In Kapitel 7 wird näher auf die konkrete Nutzung von WATiS im Laufe des Projektes eingegangen.

Interdisziplinarität und Synthese sollen zwar erwähnt, aber an dieser Stelle nicht abgehandelt werden. Eine Diskussion der beiden Themen findet in den Kapiteln 4 und 8 statt.

Ein wesentliches Element, das aus dem Berchtesgadener Projekt in die Wattenmeer Konzeptionen übernommen wurde und die notwendigen Rahmenbedingungen und Vorgaben für interdisziplinäres Arbeiten und einer Synthese gesetzt hat, ist der Einsatz einer Projektsteuerungsgruppe, in der Ökosystemforschung Wattenmeer als Steuergruppen bezeichnet.

Ihr kam eine ganz wesentliche Rolle bei der Projektorganisation und -koordination sowie bei der inhaltlichen Steuerung der Ökosystemforschung zu. Die Auswahl und die Zusammensetzung der Steuergruppe erfolgte weitestgehend nach dem Muster Berchtesgadens, bei der organisatorischen Anbindung gingen die Vorstellungen und der konkrete Ablauf der Ökosystemforschung Wattenmeer über den Ansatz Berchtesgadens hinaus. Beide Steuergruppen wurden bei den jeweiligen regionalen Nationalparkbehörden angesiedelt. Die Vorteile und Nachteile dieser engen Kooperation zwischen Forschung und Administration, die Auswirkungen auf konkrete Fragestellungen und daraus resultierenden Handlungsempfehlungen werden im Kapitel 8 diskutiert und bewertet.

Neben der Steuergruppe wurde der Einsatz von Geographischen Informationssystemen, ein weiteres instrumentelles Merkmal der Ökosystemforschung Berchtesgaden, in die Konzeptionen der Ökosystemforschung Wattenmeer übernommen. Durch das Geographische Informationssystem und den Einsatz von Computermodellen wurden z.B. die Möglichkeiten der Landschaftsanalyse und -bewertung im Berchtesgadener Projekt erheblich erweitert. Durch die umfangreiche und einheitlich zugeschnittene Datenbasis wurden Wirkungsanalysen, Simulationen, auch von verschiedenen Zeitzuständen oder Szenarien erst ermöglicht. Diese Betonung der Dynamisierung bildete einen der wesentlichen Schwerpunkte des Forschungsansatzes in Berchtesgaden (Fellmer 1988). In der Durchführung der Ökosystemforschung Wattenmeer gestaltete sich sowohl der Einsatz und die Nutzung des Geographischen Informationssystems auf der Grundlage anderer kartographischer Methoden als auch im Sinne eines Integrationsinstrumentes deutlich anders. In Kapitel 7 und Kapitel 8.8 werden Rahmenbedingungen und Gründe dafür erläutert. An die Stelle der Testgebiete in Berchtesgaden, die wesentliche Grundlage für die Extrapolation der gewonnenen Informationen mittels verschneidender Verfahren auf das Gesamtgebiet waren, traten in der Ökosystemforschung Wattenmeer repräsentative Hauptuntersuchungsflächen (siehe Kap. 4.). Ihre Auswahl hing u.a. von den zu bearbeitenden zentralen Fragestellungen der vier Teilvorhaben ab (Kap. 4).

Fallstudien wurden in Berchtesgaden als iterativer Prozess zur Überprüfung, Validierung und Verbesserung der Datenbasis und der eingesetzten Methoden genutzt. Weiterhin wurden sie als Beleg für den Anwendungsbezug im Projekt verstanden. In der Ökosystemforschung Wattenmeer gab es viele Anfragen und Aufforderungen nach Stellungnahmen aus dem Verwaltungsbereich und dem politischen Bereich, die im weitesten Sinne als Fallstudien gewertet werden können (z.B. Muschelfischerei, Seehundproblematik). Als wesentliche Fallbeispiele in diesem Zusammenhang wurden von Höpner (1997) die Abnahme der Miesmuschelbestände, der Eiswinter 1995/96 und das „Schwarze Flächen“-Ereignis im darauffolgenden Sommer bezeichnet.

Der Ansatz des (repräsentativen) Raumkonzeptes, Aussagen der Ökosystemforschung z.B. die Dynamik eines Systems im Raum abzubilden, ist eine der Neuerungen in Berchtesgaden gewesen. Voraussetzung war die Kartierung der sogenannten „kleinsten gemeinsamen Geometrie“ (KGG) unter Berücksichtigung homogener Flächenmerkmale. Sie dienten als Bezugseinheiten für alle Daten und Auswertungen (Kerner et al. 1991). Damit wurde eine gemeinsame Datenbasis für die Aktivitäten der Datenerhebung und der Datenverarbeitung auf der Grundlage des Geographischen Informationssystems durch Vorgaben der Projektleitung geschaffen und für alle fachsektoralen Beiträge verbindlich. Diese flächendeckende Basiskarte enthielt alle Informationen, die zur Übertragung von Testgebietserhebungen und Ökosystemfunktionen auf das Gesamtgebiet notwendig waren. Erst auf dieser Grundlage konnten kostspielige Arbeiten in der Haupterhebungsphase auf Testgebiete und Stichproben beschränkt und auf die Erstellung und Validierung von Übertragungsvorschriften auf die Gesamtfläche konzentriert werden (Kerner et al. 1991). Auf der Basis der KGG wurden durch Typenbildung unter Einbezug zusätzlicher Datenquellen sogenannte Realnutzungstypen gebildet, anhand derer landschaftsverändernde Auswirkungen bzw. Belastungen des Ökosystems durch den Übergang eines Realnutzungstypen auf den anderen dargestellt werden konnte (Knauer 1994).

In der Ökosystemforschung Wattenmeer konnte dieser Weg nur zum Teil beschritten werden. Eine einheitliche kartographische Basiskarte konnte nicht erstellt werden. Zu unterschiedlich waren die Hauptuntersuchungsräume, deren Untersuchungsgegenstände sowie deren kartographische Ausprägung. Einzig im angewandten Teil Schleswig-Holsteins wurden zu den meist punktuellen Erhebungen der anderen Projektteile, flächendeckende Strukturen erhoben. Aber auch hier konnte z.B. keine Überlagerung der sozioökonomischen Erhebungen (z.B. im Bereich Tourismus) mit anderen Erhebungen geleistet werden, da die räumlichen Bezugseinheiten sich grundlegend unterschieden. Die naturwissenschaftlichen Fragestellungen bzw. Arbeiten fanden im freien Watt statt, während die sozioökonomischen Fragestellungen sich auf das Vorland bezogen. Weiterhin sind die im Wattenmeer abgrenzbaren funktionalen Einheiten wie Arenicola-Sandwatt, Lanice-Watt, Miesmuschelbänke, Schlickwatt, Vorstrände etc. aufgrund der hohen Variabilität und Verlagerungsprozesse keine Dauermerkmale. Die Nutzung der KGG als einheitliche kartographische Datenbasis aller Aktivitäten der Datenverarbeitung, auch die darauf aufbauende Ableitung von Realnutzungstypen fanden in der Ökosystemforschung Wattenmeer keine Entsprechung.

Eines der Kennzeichen für den Stellenwert der Theoriebildung in Berchtesgaden war das entwickelte „Hierarchische Systemmodell“ (siehe Kap. 2.5). Auch in der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde die Notwendigkeit gesehen dieses Modell in den verschiedenen Betrachtungsebenen und für den zeitlichen Ablauf einzusetzen. „Nur durch die folgerichtige Weiterentwicklung und Synthese aus ursprünglichem „reduktionistischem und holistischem“ Ansatz, sowie einer wohlüberlegten Kombination beider Denkansätze kann der Erforschung komplexer biologischer Systeme neue Impulse geben und somit auch dem Verständnis von Ökosystemen und Landschaftsräumen“ (Leuschner 1989).

Dabei bediente sich auch die Ökosystemforschung Wattenmeer zu einem Teil der in Berchtesgaden erprobten integrierten Methoden zur angewandten Ökosystemforschung. Die drei Arbeitsbereiche sowie die aufeinander aufbauenden und zeitlich nacheinander ablaufenden hierarchischen Arbeitsschritte fanden auch in der Ökosystemforschung Wattenmeer Anwendung. Nachfolgend sind einige Arbeitsschritte in den drei Bereichen, die sowohl in Berchtesgaden als auch im Wattenmeer Verwendung fanden exemplarisch angeführt. In den Klammern sind Beispiele aus dem Wattenmeer aufgeführt:

- Bestandsaufnahme, Klassifizierung, Beschreibung
 - Bestandsaufnahmen (Kartierungen von Sediment, Schwarzen Flecken, Miesmuschelbänken, Fischen etc.)
 - Funktionsanalysen (Rolle der Miesmuschel im System, Predation durch Vögel), Potentialanalysen (Szenarien zum vollständigen Ausschluss menschlicher Nutzungen, oder zur vollständigen Freigabe der Muschelfischerei)
 - Empfindlichkeitsanalysen (Definition von Gebieten besonderer Empfindlichkeit, Einfluss des Sedimenttyps auf die Entstehung schwarzer Flecken)
- Interpretation, Risiken, Grenzwerte, Dynamik und Wertungsbezüge
 - Entwicklungsdynamik (sozioökonomische Trends, touristische Nachfrageentwicklung, Eindeichungen, Störungen im Sedimenthaushalt)
 - Einbeziehung des sozioökonomischen Systems (wirtschaftliche Rolle von Fischerei und Tourismus)
 - Untersuchung der Auswirkungen menschlicher Nutzung (Fischerei, Tourismus)
 - Untersuchung der Belastbarkeit des Systems (Experimentelle Erzeugung Schwarzer Flecken, Auswirkungen der Muschelfischerei auf stabile Bänke)
- Bewertung, Entscheidungsfindung, Planung und Erfolgskontrolle
 - Zieldefinitionen aus Wertungsbezügen (Leitbilder, Umweltqualitätsziele)
 - Integration der Ziele einer Nationalparkverwaltung (Management- und Schutzkonzepte, Nationalparkplan).

Darüber hinaus mussten neue Methoden entwickelt werden, die an die Besonderheiten des dynamischen Untersuchungsraumes angepasst wurden (z.B. Probenahmestrategien für

Benthos-Untersuchungen, Einsatz von Geographischen Informationssystemen und Fernerkundung im marin-terrestrischen Übergangsbereich).

Die Leistungsfähigkeit einer angewandten Ökosystemforschung, wie sie in Berchtesgaden definiert wurde, wird noch Gegenstand der in Kapitel 8 erfolgenden Diskussion und Bewertung sein. Der grundsätzliche Anspruch der Übertragbarkeit der zugrundegelegten Methodik auf andere Ökosystemforschungsprojekte in anderen Landschaftstypen, hat sich in großen Teilen mit der Ökosystemforschung Wattenmeer bestätigt.

3.2 Ziele

Mit dem interdisziplinären Verbundvorhaben Ökosystemforschung Wattenmeer wurden mehrere miteinander verbundene Ziele verfolgt (ARSU 1989, Leuschner 1989). Einerseits sollte ein grundlegendes Verständnis des Ökosystems Wattenmeer durch ökologische Grundlagenforschung erarbeitet werden. Auf der anderen Seite sollten vordringlich Konzepte zum Schutz des Wattenmeeres in den Nationalparkregionen erstellt werden. Obwohl in den Nationalparks im Wattenmeer die natürliche Entwicklung möglichst ohne menschliche Eingriffe ablaufen soll, werden Teile des Wattenmeeres auch in Zukunft genutzt werden (Roy et al. 1997). Nutzungen in einem Nationalpark, z. B. durch Tourismus und Fischerei, müssen mit den Schutzziele vereinbar sein. Unter diesen Bedingungen verlangt ein effektiver Schutz des Wattenmeeres Managementdirektiven, die auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen (Roy et al. 1997). Solche Managementkonzepte sollten verhindern, dass dabei die Artenvielfalt oder andere wesentliche Merkmale der Wattenmeerregion gefährdet werden (Kellermann et al. 1996). Darüber hinaus sollte ein breitgefächterter Ansatz der Ökosystemforschung Wattenmeer es ermöglichen, Lösungsvorschläge zu aktuellen Konflikten und Grundlagen für die Bewältigung zukünftiger Umweltprobleme in der Wattenmeerregion bereitzustellen. An die Ökosystemforschung Wattenmeer war die Erwartung geknüpft, die wissenschaftlichen Ergebnisse bereits während ihrer Laufzeit zur Umsetzung der Schutz- und Entwicklungsaufgaben heranzuziehen und direkt zu verwerten (Kellermann et al. 1996).

Die Ziele der Ökosystemforschung Wattenmeer zu einem besseren Systemverständnis des Wattenmeeres beruhen auf den in den Konzeptionen erarbeiteten „Thesen zum Verständnis des Wattenmeeres“ (ARSU 1989, Leuschner 1989). Diese Thesen fassten den damaligen Kenntnisstand zum Ökosystem Wattenmeer zusammen, z. B. hinsichtlich der Lebensbedingungen der dort anzutreffenden Organismen, der zeitlichen und räumlichen Variabilität vieler Umweltfaktoren, der Nährstoffsituation und des Stoffaustauschs in den verschiedenen Bereichen. Aus dem Stand des damaligen Wissens zum Wattenmeer wurde deutlich, dass eine Vielzahl von Einflussgrößen natürlicher und anthropogener Faktoren auf die Bedingungen im Wattenmeer einwirkten, ohne dass man die Folgen genau abschätzen konnte. Im natürlichen Bereich wären dies beispielsweise die Auswirkungen des säkularen Meeresspiegelanstieges oder die Auswirkungen von Erosion und Sedimentation im Wattenmeer.

Auch viele Konsequenzen anthropogener Einflüsse waren damals nicht abzuschätzen, wie z. B. die der Eutrophierung im Wattenmeer, Auswirkungen der Miesmuschel- und Garnelenfischerei, der Beweidung und Entwässerung der Salzwiesen sowie der Eindeichungsmaß-

nahmen im Hinblick auf den Schwund von Lebensräumen. Aus diesen Aufzählungen ergaben sich weitere Ziele in der Ökosystemforschung Wattenmeer, die sich über Arbeiten zum Systemverständnis hinaus aus Aspekten zum Schutz des Wattenmeeres ableiten.

Aus diesen Erkenntnissen leiteten sich die vorrangigen gemeinsamen Zielsetzungen des interdisziplinären Verbundvorhabens Ökosystemforschung Wattenmeer ab, die sich allgemein zusammenfassen lassen (vgl. Kaiser 1998, ARSU 1989, Leuschner 1989):

- eine ökosystemare Grundentschlüsselung der das Wattenmeer kennzeichnenden Strukturen und Funktionen
- die Erfassung und Interpretation der Prozesse, die die Verbreitung der Flora und Fauna kontrollieren
- ein grundlegendes Verständnis der natürlichen Dynamik und der Auswirkungen anthropogener Einflüsse im Wattenmeer
- die Erarbeitung von Bewertungskriterien sowie die Bereitstellung von Instrumentarien, die zur Verwirklichung der langfristigen Schutz-, Planungs- und Überwachungsaufgaben im Wattenmeer erforderlich sind.

Neben diesen allgemeinen gemeinsamen Zielsetzungen bestanden weitere spezielle Ziele der beiden Teilvorhaben in Schleswig-Holstein und Niedersachsen und eine unterschiedliche Gewichtung bestimmter Aspekte in den vier Teilen des Gesamtvorhabens. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die beiden Teilvorhaben nicht darauf angelegt waren, in den beiden Gebieten parallele oder ähnliche Forschungen durchzuführen. Die komplementären Forschungsansätze verfolgten verschiedene, sich ergänzende Schwerpunkte, um auf diese Weise ein möglichst umfassendes Systemverständnis zum Wattenmeer zu erreichen.

Bei der Ableitung der Zielsetzungen in beiden Teilvorhaben Schleswig-Holstein und Niedersachsen war man sich seinerzeit bewusst, dass selbst bei einem längerfristig durchgeführten Ökosystemforschungsvorhaben die Beantwortung sämtlicher damals offener Fragen nicht zu erwarten war (Leuschner 1989). Dennoch konnte man davon ausgehen, dass wissenschaftlich fundierte Handlungsempfehlungen für die Lösung einer Reihe von aktuellen Konflikten zwischen Schutz und Nutzung, ein Merkmal angewandter Ökosystemforschung, bereitgestellt würden. So konnten folgerichtig die Erkenntnisse beispielsweise in Schleswig-Holstein bereits während der Laufzeit des Vorhabens in konkrete Managementaufgaben wie z.B. eine Tourismuslenkung, Monitoring und stufenweise Reduzierung der Salzwiesenbeweidung umgesetzt werden (siehe Kap.5 in Farke und Liebezeit 1999).

3.2.1 Schleswig-Holstein

Die Ziele im grundlagenorientierten schleswig-holsteinischen Teil SWAP (Sylter Wattenmeer Austauschprozesse) lagen in der Aufschlüsselung der funktionalen Beziehungen und der Wechselwirkungen im Wattenmeer. Über diese Erkenntnisse erhoffte man sich, die Rolle des Ökosystems Wattenmeer im Stoffhaushalt der gesamten Küstenregion und die Tendenzen von langfristigen Entwicklungen besser verstehen zu können (Leuschner 1989, Gätje & Reise 1998).

Die übergeordneten Ziele im angewandten schleswig-holsteinischen Teil der Ökosystemforschung Wattenmeer waren mit Hilfe eines interdisziplinären Ansatzes über die Beantwortung naturwissenschaftlicher und sozioökonomischer Fragestellungen ein besseres Verständnis der Strukturen und Funktionen des Systems Mensch-Natur zu finden. Die Erkenntnisse sollten es erlauben, die Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer für die Planungs- und Managementaufgaben des Nationalparkamts zur Verfügung zu stellen (Kellermann et al. 1996, Stock et al. 1996, Leuschner 1989).

Zusammengefasst lauteten die Ziele des Teilvorhabens Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer:

a) des grundlagenorientierten Teils SWAP (Gätje & Reise 1998):

- Untersuchung der funktionalen Beziehungen der biotischen und abiotischen Faktoren des Wattenmeeres
- Untersuchung der Wechselwirkungen und des Stoffaustauschs des Wattenmeeres mit dem Festland, der Nordsee und der Atmosphäre
- Quantifizierung von Stoffumwandlungen sowie Im- und Exporten im Wattenmeer
- Aufstellen von Bilanzen zur Kennzeichnung des Wattenmeeres als Quelle oder Senke für gelöste und partikuläre Stoffe zur Abschätzung der Funktion des Wattenmeeres im Stoffhaushalt der Küstenregion

b) des angewandten Teils (Kellermann et al. 1997, 1996; Stock et al. 1996):

- Erlangen eines grundlegenden Verständnisses der Strukturen und Funktionen des Systems Natur - Mensch im Wattenmeer, insbesondere um für die Lösung zukünftiger Umweltprobleme, die wir heute noch nicht kennen, gerüstet zu sein
- frühzeitige Bereitstellung von Kenntnissen, die zur Lösung bzw. Entschärfung von aktuellen und zukünftigen Umweltproblemen im Wattenmeer benötigt werden
- Aufbau eines geographischen Informationssystems
- Bewertungskriterien für den ökologischen Zustand des Wattenmeeres zu erarbeiten
- Monitoringstrategien zu entwickeln
- Instrumentarien für die Schutz- und Managementaufgaben der Nationalparkverwaltung bereitzustellen.

3.2.2 Niedersachsen

Die Ziele im grundlagenorientierten niedersächsischen Teils ELAWAT (Elastizität im Wattenmeer) war die Analyse der natürlichen raum-/zeitlichen Dynamik von abiotischen und biotischen Systemparametern im Wattenmeer (Dittmann et al. 1998).

Im angewandten Teil der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer lag das Hauptaugenmerk auf der Analyse der Auswirkungen anthropogener Einflüsse (ARSU 1989).

Zusammengefasst lauteten die Ziele des Teilvorhabens Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer (Dittmann et al. 1998, Roy et al. 1997, ARSU 1989):

a) des grundlagenorientierten Teils ELAWAT (Dittmann et al. 1998):

- Analyse der für ein Systemverhalten grundlegenden ökologischen Prozesse
- Verständnis raum-zeitlicher Zyklen
- Verständnis der Wirkung und der Bedeutung von Störungen im Ökosystem
- Analyse der Umweltbedingungen und Mechanismen, die eine Voraussetzung für eine Wiederbesiedlung sind
- Analyse der Stabilitätseigenschaften im Wattenmeer
- Entwicklung statistischer Verfahren zur Beschreibung komplexer Systeme

b) des angewandten Teils (Roy et al. 1997, ARSU 1989):

- Analyse der Auswirkungen anthropogener Einflüsse
- Erarbeitung von Methoden für die Analyse und Beobachtung des ökologischen Zustandes des Wattenmeeres (Monitoringstrategien)
- Entwicklung von Schutzkonzepten für das Wattenmeer
- Entwicklung von mathematischen Modellen zur Systembeschreibung

3.2.3 Gesamtsynthese

Innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer bestand Konsens, dass eine Synthese ein integraler Bestandteil großer interdisziplinärer Verbundvorhaben ist. In den Konzeptionen der Ökosystemforschung Wattenmeer waren abschließende Synthesephasen für die beiden Teilvorhaben vorgesehen. Im schleswig-holsteinischen Teilvorhaben wurde als Hauptaufgabe für eine geplante zweijährige Synthesephase genannt und hier beispielhaft zitiert: „... die gegenseitigen Wechselbeziehungen zwischen den natürlichen und den sozioökonomischen Systemen zu bilanzieren und in Ausmaß und Entwicklungstrends zu bewerten, in Szenarien sich abzeichnende oder auch anzunehmende Veränderungen in Struktur und Funktion beider Systeme hinsichtlich ihrer Auswirkungen zu untersuchen und schließlich Wege für eine entsprechend den ökologischen und sozioökonomischen Verhältnissen optimierte Ressourcennutzung aufzuzeigen“ (siehe Leuschner 1989, S. 115).

In der Konzeption des niedersächsischen Teilvorhabens wurde empfohlen, überlappend gegen Ende der Hauptphase der Untersuchungen im niedersächsischen Wattenmeer eine Synthesephase zu beginnen, die nach Abschluss sämtlicher experimenteller Arbeiten in eine dreijährige reine Synthesephase übergehen sollte (ARSU 1989).

In den Teilsynthesen zu den vier Teilen der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden die oben genannten Ziele aufgegriffen und bearbeitet (siehe Kap. 4). Eine Gesamtsynthese, in der ausgewählte Schwerpunkte der Ökosystemforschung Wattenmeer unter verschiedenen Aspekten beleuchtet wurden, konnte erst im Anschluss an die Fertigstellung der Teilsynthe-

sen durchgeführt werden. Die Zielsetzungen dieser Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer unterteilten sich in drei thematische Schwerpunkte:

Ein Schwerpunkt der Gesamtsynthese war die Evaluierung des erlangten Wissenstandes aus der Ökosystemforschung Wattenmeer und eine Ableitung weiteren Forschungsbedarfs. Diese Aufarbeitung und Bewertung sollte es ermöglichen, ein Resümee über den Stand des Wissens zu ziehen sowie forschungspolitische Tendenzen zu empfehlen.

Ein zweiter Schwerpunkt der Gesamtsynthese war eine Bilanzierung des methodischen Ansatzes der Ökosystemforschung. Dabei sollten insbesondere drei Themenkomplexe bearbeitet werden:

- Synthese als Methode: Wie ist in einem interdisziplinären Ökosystemforschungsvorhaben eine Synthese der Ergebnisse zu strukturieren und zu organisieren?
- Modelle als Methode in der Ökosystemforschung: Unter diesem Gesichtspunkt sollten die in der Ökosystemforschung entwickelten und eingesetzten Modelle evaluiert und dem Bedarf von Seiten der Umweltpolitik und Wissenschaft gegenübergestellt werden, um u.a. die Nutzbarkeit der Modelle als Instrument für umweltpolitische Entscheidungen zu bewerten.
- Ökosystemforschung als Methode der Umweltforschung: Unter diesem Aspekt sollte u.a. bewertet werden, ob ein solch großes interdisziplinäres Verbundvorhaben mehr als eine entsprechende Anzahl an Einzelvorhaben zum Systemverständnis beitragen kann und in welchem Maße die im Wattenmeer gewonnenen methodischen Erfahrungen auch bei der Erforschung anderer Ökosysteme verwertbar sind. Darüber hinaus bestand die Frage, welche Aspekte bei der Konzeption und Durchführung der Ökosystemforschung Wattenmeer für künftige Verbundvorhaben empfehlenswert und welche weniger geeignet sind.

Ein dritter Schwerpunkt der Gesamtsynthese umfasste umweltpolitische Aspekte. Hier konzentrierten sich die Ziele auf folgende Punkte: Auf der Basis der Ökosystemforschung Wattenmeer sollte eine Politikberatung in Belangen des Umwelt- und Naturschutzes erfolgen. Die Aussagen zu den anthropogen bedingten Veränderungen im Ökosystem und das verbesserte Systemverständnis sollten in Vorschläge für seinen künftigen Schutz münden. Diese Aufgabenplanung umfasste u.a. eine Tragfähigkeitsanalyse als Basis für umweltpolitisches Handeln, eine Zuarbeit zu einem „coastal zone management“ sowie zu Managementplänen und zum prozessorientierten Schutz, des weiteren zu Leitbildern, Qualitätszielen und Szenarien sowie eine Bewertung von Monitoringkonzepten.

Die Zielsetzungen änderten sich im Verlauf der Gesamtsynthese, da einige Themen intensiver behandelt wurden, andere Ziele als Konsequenz daraus nicht in der ursprünglich geplanten Ausführlichkeit abgehandelt werden konnten (siehe Kap. 4).

4 Durchführung der Ökosystemforschung Wattenmeer

Rolf Oeschger

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Ziele der Ökosystemforschung Wattenmeer dargestellt wurden, wird in diesem Kapitel der Ablauf dieses Verbundvorhabens aufgeführt, das von Juli 1989 bis März 1999 durchgeführt wurde.

Wie in Kapitel 3 beschrieben, bestand das Gesamtvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer aus zwei Teilvorhaben in Schleswig-Holstein und Niedersachsen. Die beiden Teilvorhaben untergliederten sich jeweils weiter in einen grundlagenorientierten und einen angewandten Teil. Die grundlagenorientierten Teile wurden vom Bundesminister für Bildung und Forschung finanziert. Die anwendungsorientierten Teile wurden vom jeweiligen Bundesland (Schleswig-Holstein sowie Niedersachsen und in geringerem Umfang Bremen) und vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert (siehe Abb. 4.1). Insgesamt bestand das Gesamtvorhaben somit aus vier administrativ eigenständigen Teilen.

VERBUNDVORHABEN ÖKOSYSTEMFORSCHUNG WATTENMEER

		Anwendungsbezogen	Grundlagenorientiert
Teilvorhaben	Niedersachsen	A-Teil gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit / Umweltbundesamt (BMU/UBA) und die Länder Niedersachsen und Bremen	B-Teil gefördert durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)
	Schleswig-Holstein	A-Teil gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit / Umweltbundesamt (BMU/UBA) und das Land Schleswig-Holstein	B-Teil gefördert durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)

Abbildung 4.1: Förderung der vier Teilvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer

An den Teilprojekten aus den unterschiedlichsten Disziplinen, wie z.B. Geologie, Biologie, Hydrologie, Physik, Chemie, Meteorologie, Statistik und Soziologie, waren zahlreiche Universitäten und Institutionen beteiligt. Im Anhang 1 sind die grundlagenorientierten und angewandten Teilprojekte aus Schleswig-Holstein, im Anhang 2 die entsprechenden Teilprojekte aus Niedersachsen aufgeführt. Die Zwischen- und Abschlußberichte der Teilprojekte, sechs themenübergreifende „Thematische Reports“ (s. u.), verschiedene Teilsyntheseabschlußberichte (Stock et al. 1996, Dittmann et al. 1998, Gätje & Reise 1998) und der dreibändige Gesamtsynthesebericht dokumentieren die langjährigen umfangreichen wissenschaftlichen Arbeiten der Ökosystemforschung Wattenmeer. Aus diesen Arbeiten sind zahl-

reiche populärwissenschaftliche Broschüren sowie Faltblätter und bislang über 350 Veröffentlichungen in nationalen und internationalen Fachzeitschriften entstanden. Darüber hinaus sind zahlreiche Teilprojektabschlußberichte in der Reihe „UBA-Texte“ sowie der Reihe „Berichte aus der Ökosystemforschung Wattenmeer“ (siehe Anhang 11.7), in der Reihe der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer (Millat 1996) und in der Reihe des Forschungszentrums TERRAMARE (Langner 1997, Walter 1997) veröffentlicht oder werden zur Veröffentlichung vorbereitet.

Die Größe dieses interdisziplinären Verbundvorhabens und die Beteiligung verschiedener Mittelgeber machen deutlich, dass besondere Anforderungen an die Organisation und Koordination der Ökosystemforschung Wattenmeer gestellt wurden. Die Erfahrung zeigt aber auch, dass es bei der Durchführung solch großer interdisziplinärer Vorhaben oft Änderungen gegenüber der in der Konzeption vorgesehenen Planung gibt. Dies war auch bei der Ökosystemforschung Wattenmeer der Fall. In der ursprünglichen Konzeption von Leuschner (1989) wurde die Durchführung eines zusammenhängenden Ökosystemforschungsprojektes gefordert. Tatsächlich wurde die Ökosystemforschung Wattenmeer in zwei getrennten Teilvorhaben in Schleswig-Holstein und Niedersachsen durchgeführt. Nachdem deutlich wurde, dass die Ökosystemforschung Wattenmeer in zwei Teilvorhaben durchgeführt wurde, kam es weiterhin entgegen der dann auf Komplementarität ausgerichteten Planung eines zerteilten Gesamtvorhabens nicht zu einem synchronen Ablauf der vier Teile der Ökosystemforschung Wattenmeer. Hinzu kam, dass einige der geplanten Untersuchungen aus finanziellen Gründen nicht durchgeführt werden konnten, so dass es gegenüber der Konzeption zu Abstrichen an der Anzahl der Teilprojekte kam. Dies führte dazu, dass innerhalb der Teilprojekte eine Auswahl von Schwerpunkten erfolgte. So konzentrierten sich die Untersuchungen auf die freifallenden Watten, während wichtige Teilsysteme, wie z. B. die Salzwiesen in Niedersachsen, aber auch Dünen und große Teile der Rinnen des Wattenmeers nicht bearbeitet wurden. Im Teil SWAP entfiel der Bereich „Bilanzierungen des Stoffhaushaltes in Salzwiesen Nordfrieslands“ und im angewandten Teil der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer musste man auf einen Großteil des Arbeitsbereiches „Belastung durch anthropogene Schadstoffe“ verzichten (Kellermann et al. 1996). Im angewandten Teil der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer konnten beispielsweise geplante umfangreiche hydrographische *in situ*-Messungen nicht durchgeführt werden (Roy et al. 1997).

Weiterhin verzögerte sich die Förderung einzelner Teile. Die grundlagenorientierten Teile in Schleswig-Holstein und Niedersachsen konnten ihre Arbeiten erst nach Beginn der angewandten Teile aufnehmen. Dies erschwerte das vorgesehene abgestimmte Vorgehen der unterschiedlichen Teile. In einigen Fällen ließ sich ein koordiniertes Vorgehen durch den asynchronen Beginn zeitlich nicht realisieren.

Mit dem Ende der beiden Teilvorhaben in Schleswig-Holstein und Niedersachsen lagen abschließende Teilsynthesen der einzelnen Teile vor. Eine übergreifende Synthese des gesamten Vorhabens, die ausgewählte Aspekte der Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer noch einmal unter übergeordneten Aspekten bewertete, konnte aber erst im Anschluss an die ursprünglich geplanten Teilvorhaben durchgeführt werden (siehe Abb. 4.2).

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass verschiedene Änderungen zu Defiziten in der Projektorganisation führten und die Durchführung sich gegenüber der Konzeption mehrmals änderte. Der tatsächliche zeitliche Ablauf des Gesamtvorhabens Ökosystemforschung Wattenmeer ist in Abb. 4.2 aufgeführt.

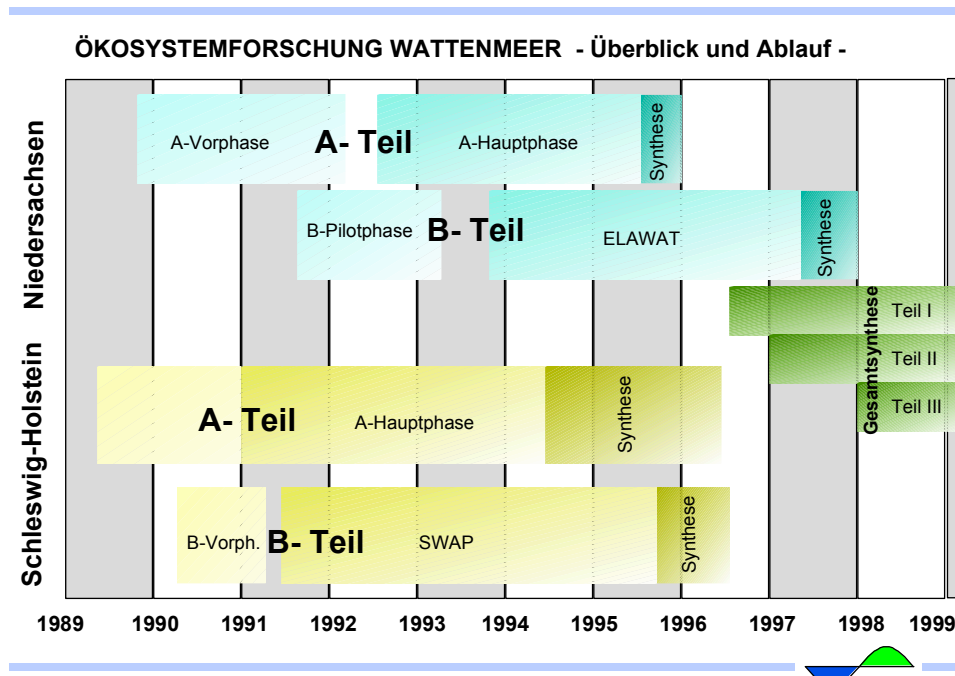


Abbildung 4.2: Zeitlicher Ablauf der beiden Teilvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer in Schleswig-Holstein und Niedersachsen (aus Roy et al. 1997)

4.1 Organisation und Koordination

Die kleinsten Arbeits- und Organisationseinheiten der Ökosystemforschung Wattenmeer waren die Teilprojekte. Die wissenschaftliche Leitung für ein Teilprojekt und die anfallenden Organisationsaufgaben lagen in der Verantwortung der Teilprojektleiter. Als übergeordnete Arbeits- und Organisationsstrukturen wurden in den Hauptphasen Arbeitsgruppen gebildet, in denen jeweils mehrere Teilprojekte zusammengefasst und durch einen Arbeitsgruppensprecher vertreten wurden.

Das schleswig-holsteinische Teilvorhaben wurde durch eine Steuergruppe koordiniert und geleitet. Die Leitung des niedersächsischen Teilvorhabens erfolgte durch eine Projektleitung, die aus einem Leitungskollegium und einer Steuergruppe bestand. Zu dem Leitungskollegium zählten je ein Vertreter der Universität Oldenburg, der Nationalparkverwaltung, des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie, des Senckenberg-Instituts in Wilhelmshaven und des Forschungszentrums TERRAMARE.

Neben den Leitungsgremien der beiden Teilvorhaben wurde eine Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer (GÖW) beim Umweltbundesamt eingerichtet, die für die länderübergreifende Koordinierung des Gesamtvorhabens zuständig war und zu diesem Zweck regelmäßige Sitzungen organisierte und durchführte.

Schleswig-Holstein

In Schleswig-Holstein bestand die Steuergruppe aus drei Wissenschaftlern, die für die Forschungsinhalte verantwortlich waren und einem Wissenschaftler, der für GIS/WATIS zuständig war. Diese Mitarbeiter waren in das Dezernat Forschung des Nationalparkamtes integriert. Im Zuständigkeitsbereich der Steuergruppe lag die Verantwortung für die Arbeitsinhalte und für den Informationsfluss innerhalb des Teilvorhabens. Ferner fungierte die Steuergruppe als Schnittstelle zwischen Administration und Forschung und damit als Informationsvermittler für die Teilprojektebene. Als Forum für den Austausch und den Informationsfluss zwischen den Teilprojekten wurden zusätzlich zu den Arbeitsgruppen Seminare veranstaltet und darüber hinaus Vollversammlungen eingerichtet, die etwa zweimal jährlich durchgeführt wurden.

Im grundlagenorientierten B-Teil SWAP wurden zusätzlich Statusseminare veranstaltet, an denen auch externe Wissenschaftler teilnahmen. Im Gegensatz zu den Statusseminaren im niedersächsischen Teil waren in Schleswig-Holstein an diesen Veranstaltungen keine Gutachter beteiligt. Ergänzt wurde der Informationsaustausch durch die Einrichtung von Seminaren zu speziellen Fragestellungen.

Niedersachsen

Im niedersächsischen Teilvorhaben Ökosystemforschung Wattenmeer bestand die Steuergruppe ebenfalls aus vier Wissenschaftlern (drei Wissenschaftler für Forschungsinhalte, ein Wissenschaftler für GIS/WATIS). Die Steuergruppe war in der Nationalparkverwaltung in Wilhelmshaven und im Forschungszentrum TERRAMARE angesiedelt. Während der Hauptphase traf sich die Projektleitung in regelmäßigen Abständen, um Entscheidungen für das gesamte Teilvorhaben vorzubereiten bzw. zu beschließen. In den etwa halbjährlich durch die Steuergruppe einberufenen Vollversammlungen wurden die Ergebnisse der Teilprojekte diskutiert und organisatorische Fragen geklärt.

Innerhalb des grundlagenorientierten B-Teils ELAWAT organisierte die Steuergruppe mehrere Veranstaltungen zu verschiedenen Fragestellungen, die dazu dienten, das Verständnis zwischen den unterschiedlichen Disziplinen zu fördern und die Zusammenarbeit zu intensivieren. In verschiedenen Seminarreihen wurden der wissenschaftliche Hintergrund, die Methoden und die Ziele der Projekte sowie die ökologischen Theorien und Konzepte vorgestellt. Außerdem wurden Seminare zu statistischen Verfahren sowie der Datenanalyse und des Datenmanagements durchgeführt. Auf zwei internationalen Workshops wurden die konzeptuellen Hintergründe und Probleme des Ökosystemforschungsansatzes und die Bedeutung von Störungen in marinen Systemen behandelt (Dittmann et al. 1998). Im Verlauf von ELAWAT wurden drei Statusseminare durchgeführt, auf denen vor Gutachtern der jeweilige Stand der Ergebnisse und deren Bedeutung für das Gesamtprojekt vorgetragen wurde.

Wissenschaftliche Symposien der Ökosystemforschung Wattenmeer

Die regelmäßig stattfindenden wissenschaftlichen Symposien der Ökosystemforschung Wattenmeer dienten dem Austausch zwischen den Teilprojekten und Arbeitsgruppen der beiden Teilvorhaben. Diese Symposien wurden abwechselnd in Niedersachsen und Schleswig-Holstein von den jeweiligen Steuergruppen und Leitungsgremien organisiert und ausgerichtet. Die niedersächsische Steuergruppe hat drei dieser Symposien ausgerichtet – 1989 in Wilhelmshaven, 1992 auf Norderney und das letzte in der Reihe im Februar 1996 in Oldenburg. Von der schleswig-holsteinischen Seite wurden die beiden Symposien 1991 in Büsum und 1994 in Husum durchgeführt. Die Schwerpunkte und Themen wurden jeweils zuvor auf den Koordinierungstreffen (s. u.) gemeinsam festgelegt.

Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer (GÖW)

Beim Umweltbundesamt in Berlin wurde zusätzlich zu den Steuergruppen der beiden Teilvorhaben in Schleswig-Holstein und Niedersachsen eine „Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer (GÖW)“ angesiedelt. In der Geschäftsstelle waren bis zu vier wissenschaftliche Mitarbeiter und eine Verwaltungsangestellte beschäftigt. Ursprünglich war die GÖW als Geschäftsstelle eines wissenschaftlichen Beirats der Ökosystemforschung Wattenmeer geplant. Da dieser Beirat nicht einberufen wurde, übernahm die GÖW andere Aufgaben. Eine wesentliche Aufgabe war die länderübergreifende Koordination der beiden Teilvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer und der Informationsaustausch mit weiteren Küstenforschungsprojekten. Dies erfolgte durch vierteljährlich durchgeführte Koordinierungstreffen. An diesen Treffen nahmen neben den projektbegleitenden Vertretern des Umweltbundesamts und des Projektträgers Meeresforschung des BMBF auch Vertreter des niedersächsischen Leitungskollegiums, die beiden Steuergruppen sowie Vertreter des Gemeinsamen Wattenmeersekretariats (CWSS) und anderer Meeresforschungsprojekte und Institutionen (wie z. B. der Boddenforschung und des Forschungs- und Technologiezentrums Büsum) teil. Die Treffen dienten der Information über den Stand der Arbeiten und der Diskussion gemeinsamer Anliegen, Planungen und Aufgaben der Ökosystemforschung Wattenmeer.

Weitere Aufgaben der GÖW bestanden in der Vorhabensbegleitung im Umweltbundesamt und der Klärung von Finanzierungsfragen bei Verlängerungen. Daneben gehörten weiterhin zu den Tätigkeiten der Mitarbeiter der Geschäftsstelle das Verfassen von Übersichtsartikeln zu Aktivitäten und Ergebnissen der Teilvorhaben der Ökosystemforschung, Beiträge über die Ökosystemforschung Wattenmeer für internationale Gremien wie OSPARCOM, die fachliche Prüfung der Teilprojektabschlußberichte der angewandten Teile in Schleswig-Holstein und Niedersachsen sowie deren anschließende Herausgabe in der Reihe „Texte“ des Umweltbundesamts. Des weiteren wurden die bislang über 350 innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer entstandenen und in Fachzeitschriften veröffentlichten Publikationen in einer zentralen Publikationsliste erfasst (siehe Anhang 11.6).

In der abschließenden Gesamtsynthese stellte die GÖW eine der drei an diesem Vorhaben beteiligten Gruppen.

4.2 Ablauf der Ökosystemforschung im schleswig-holsteinischen Wattenmeer

4.2.1 Grundlagenorientierter Teil (SWAP)

Die Untersuchungen begannen im März 1990 zunächst mit einer einjährigen Vorphase im Königshafen, einer flachen Bucht im Nordosten der Insel Sylt. Diese Phase diente zur Einrichtung von Meßmethoden und der Überprüfung der geplanten Messstrategien. In der sich anschließenden Hauptuntersuchungsphase (Mitte 1991 bis Herbst 1995) wurden die Arbeiten auf das Nordsylter Wattenmeer ausgedehnt. Das Gebiet bildet durch die Verbindungsdämme zu den Inseln Sylt und Rømø eine abgeschlossene Einheit mit nur einem Zugang zur Nordsee. Dies bot günstige Möglichkeiten für die Bilanzierung von Austauschvorgängen. Abgeschlossen wurde das Projekt durch eine 10 monatige Synthesephase, die bis Mitte 1996 dauerte.

Das Projekt SWAP beinhaltete mehrere Arbeitsbereiche, in denen themenverwandte Teilprojekte zusammengefasst wurden. Die Arbeitsbereiche mit ihren Schwerpunkten werden im folgenden kurz dargestellt, wobei verschiedene einzelne Teilprojekte nicht nur zu den ihnen zugeordneten Arbeitsbereichen Beiträge geliefert haben, sondern darüber hinaus auch Ergebnisse zu anderen Arbeitsbereichen beigetragen haben (in Anlehnung an Gätje & Reise 1998):

Untersuchungen zur Hydrodynamik und Morphodynamik:

In diesem Arbeitsbereich wurde der Transport von Nährstoffen, gelösten und partikulären Substanzen erfasst und der Schwebstofftransport quantifiziert, um eine Transportbilanz zwischen Wattenmeer und Nordsee aufstellen zu können. Weiterhin wurde eine Bilanzierung der Sedimentation von Feinmaterial vorgenommen sowie Erosion und Biodeposition im Sylter Wattenmeer u.a. mit Hilfe der Kartenauswertung und Luftbildanalyse untersucht. Zu diesem Arbeitsbereich zählte auch das Erstellen eines hydrodynamischen Modells des Wattenmeeres und die Modellierung des Stofftransportes im Watt der Sylt-Rømø-Bucht.

Untersuchungen zu biogenem Austausch und Stoffumwandlungen:

Ein Schwerpunkt dieses Arbeitsbereichs war die mikrobielle Ökologie und Biochemie der Sedimente des Königshafens. Dazu zählten Untersuchungen zu mikrobiellen Nährstoffumsetzungen und lokalen Nettoflüssen gasförmiger Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelverbindungen an der Grenzfläche Sediment/Atmosphäre. Ein weiterer Schwerpunkt waren Untersuchungen zur Produktion und zum Stoffaustausch des Benthos, wobei auch der trophische Stellenwert der Vögel im Ökosystem Wattenmeer mit berücksichtigt wurde.

Untersuchungen zu Verteilung, Transport und Wanderungen von Organismen:

Für das Phytoplankton wurden Besiedlungsstrategien der Wasserkörper und Transportmechanismen untersucht. Der Arbeitsbereich umfasste auch Untersuchungen zum Transport von Megaplankton und mobilem Benthos. Im Benthos wurden darüber hinaus Kartierungen

und quantitative Untersuchungen von Biomasse, Wanderungen und Konsumtion der Fische und dekapoden Krebse im Sylter Wattenmeer durchgeführt. Zu diesem Bereich zählte auch die Fernerkundung von Sediment und Benthos.

4.2.2 Angewandter Teil

Der angewandte Teil des schleswig-holsteinischen Teilvorhabens gliederte sich in eine Projektphase (Mitte 1989 bis Mitte 1994) und eine abschließende Synthesephase (Mitte 1994 bis Mitte 1996). Die Untersuchungen wurden flächendeckend im schleswig-holsteinischen Wattenmeer durchgeführt. Die folgende Übersicht listet die Arbeitsbereiche auf, in denen mehrere Teilprojekte gemäß ihren Zielen und Aufgabenstellungen zusammengefasst wurden (nach Kellermann et al. 1996).

Zentrale Dokumentation und Information im Rahmen des Gesamtprojektes:

Dieser Arbeitsbereich beinhaltete den zentralen Bereich der Dokumentation und Information innerhalb des Gesamtvorhabens.

Aufbau eines Wattenmeerinformationssystems:

Als zentrale Einheit zur langfristigen Sicherung und Vorhaltung der Daten wurde das Informationssystem Wattenmeerdatenbank (WADABA) am GKSS Forschungszentrum mit dem Wattenmeerinformationssystem (WATiS) aufgebaut (siehe Kap. 7).

Felderhebungen für das Wattenmeerinformationssystem:

In diesem Bereich wurden die Teilprojekte angesiedelt, die flächendeckend im Wattenmeer arbeiteten. Im einzelnen umfassten die Erhebungen die Kartierung der Miesmuschelbänke, der Seegras- und Grünalgenvorkommen, der Fische und Krebse, die Biotopkartierung in den Salzwiesen, die Brut- und Rastvogelkartierungen sowie die Zählungen von Seehunden und Kegelrobben. Außerdem fielen z.B. auch die Erhebungen zum Besucheraufkommen oder zur Wirtschaftsstruktur im anthropogenen System in diesen Bereich. Diese Zahlen wurden für alle Anrainergemeinden erhoben. Die flächendeckenden Erhebungen sollten gleichzeitig als Grundlage für die Auswahl künftig einzurichtender Dauerbeobachtungsräume dienen.

Analyse der sozioökonomischen Systeme des Nationalparks und des mit diesen verknüpften Randbereiches:

Dieser Schwerpunkt war den anthropogenen Systemen gewidmet. Hier wurde die Beschreibung und Analyse der sozialen, ökonomischen und kulturellen Strukturen des Wirtschaftsraumes Nationalpark und seines Hinterlandes durchgeführt.

Analyse aktueller und historischer Veränderungen in den natürlichen Systemen des Wattenmeeres:

Die Untersuchung historischer Veränderungen im System beschränkte sich konkret auf die Dokumentation des Schadstoffeintrages in die Watten und Salzwiesensedimente, die von drei Teilprojekten bearbeitet wurden.

Die Sensibilität qualitativer Bioindikatoren im Wattenmeer:

In diesen Bereich fielen zum einen Untersuchungen zur Elastizität und Stabilität der Lebensgemeinschaften auf den trockenfallenden Flächen (Eulitoral) und in den Wattströmen und großen Prielen (Sublitoral). Natürliche und anthropogene Ursachen zeitlicher Veränderungen wurden empirisch und experimentell erforscht. Weiterhin wurde die langfristige Entwicklung der Salzwiesen im oberen Gezeitenbereich (Supralitoral), verbunden mit einer Aufnahme der Vegetation und der wirbellosen Fauna, dokumentiert. Hier erhoffte man sich die Identifikation von Bioindikatoren, mit denen man den Grad der Belastung bzw. die Naturnähe des Zustands des Ökosystems beschreiben kann.

Aktuelle Umweltprobleme im Wattenmeer Schleswig-Holsteins:**Erarbeitung von Lösungsstrategien:**

Hier standen vor allem die Auswirkungen der Miesmuschel- und Garnelenfischerei sowie der Salzwiesenbeweidung und die Konsequenzen von Tourismus und Freizeitaktivitäten sowie der wasserwirtschaftlichen Nutzung der Speicherköge im Vordergrund.

4.3 Ablauf der Ökosystemforschung im niedersächsischen Wattenmeer

4.3.1 Grundlagenorientierter Teil (ELAWAT)

Die Untersuchungen im grundlagenorientierten Teil begannen Ende 1991 mit einer einjährigen Pilotphase und wurden vorwiegend im Rückseitenwatt der Insel Spiekeroog, besonders in den Teilgebieten Gröninger Plate und Swinnplate, durchgeführt. Diese Phase diente zur Optimierung von Meßmethoden sowie zur Entwicklung theoretischer und statistischer Grundlagen. Weiterhin sollte die Vorphase die Strukturen der Lebensgemeinschaften in verschiedenen Sedimenttypen des Watts analysieren. Diese Kenntnisse sind Voraussetzung für eine Analyse der Bedeutung der raum-zeitlichen Verteilungen im Ökosystem. Die Hauptphase begann Ende 1993 und endete im März 1998 mit einer 9 monatigen Synthese.

Für die themenspezifische Zusammenarbeit der Teilprojekte in ELAWAT wurden mehrere Arbeitsgruppen gebildet, in denen verschiedene themenverwandte Teilprojekte zusammengefasst wurden (nach Dittmann 1996):

Arbeitsgruppe Biosedimentation:

In diesem Bereich wurden Teilprojekte zusammengefasst, die biologische Erhebungen mit sedimentologischen und biogeochemischen Erkenntnissen koppelten. Untersuchungsgegenstand war u.a. das biosedimentäre System einer Miesmuschelbank mit Analysen zum Chemismus und zur mikrobiellen Aktivität in diesem Bereich. Dazu zählte auch die biologische Steuerung geophysiologischer Prozesse im Umfeld einer Miesmuschelbank. Darüber hinaus wurden die Auswirkungen von Belastungen mit organischem Material auf den Sedimentchemismus, die Abbauecke und die anschließende Regeneration untersucht.

Arbeitsgruppe Raum-Zeitliche Verteilungsmuster:

Dieser Bereich umfasste fast alle Teilprojekte, da die raum-zeitlichen Verteilungen eine zentrale Rolle spielten. Aufgrund des thematischen Umfangs bildeten sich weitere Untergruppen zu den Teilaspekten: Ansiedlung von Benthosorganismen, den Wechselwirkungen zwischen Benthos und Sedimentchemismus und der Entstehung von Verteilungsmustern. Untersuchungen in diesem Arbeitsfeld umfassten u.a. verschiedene jahreszeitlich abhängige Vorgänge im Phyto- und Zooplankton. Die Ansiedlung einer ausgewählten Polychätenart war ein weiterer Schwerpunkt in dieser Arbeitsgruppe. Darüber hinaus wurde mit einem neuen Markierungsverfahren die Dispersion weiterer Arten der Makrofauna untersucht. Im Benthos fanden weiter Untersuchungen zu Fluktuationen in den Populationen verschiedener Arten, kleinräumiger Verteilungsmuster und der Besiedlung im Bereich von Miesmuschelbänken statt. Des weiteren gehörten auch Bestandserfassungen sowie Aktivitätsmuster von Rastvögeln zu diesem Bereich.

Arbeitsgruppe Experimentelle Störungen:

Diese Arbeitsgruppe befasste sich mit experimentell simulierten Störungen. Hauptpunkt der Untersuchungen war die Analyse der Wiederbesiedlung defaunierter Flächen. Der Verlauf der Wiederbesiedlung lässt Aussagen über eine Elastizität bestimmter Arten zu. Die Untersuchungen beinhalteten Versuche mit abgestuften Störungsintensitäten. Ausgewertet wurden u.a. Veränderungen im Makrozoobenthos, außerdem in den Gruppen der Nematoden und des Mikrophytobenthos.

Arbeitsgruppe Wasser:

In dieser Arbeitsgruppe schlossen sich Projektteilnehmer zusammen, die chemische und biologische Parameter in der Wassersäule erfassten. Auch Fragen zur benthisch-pelagischen Kopplung wurden dort behandelt.

4.3.2 Angewandter Teil

Der angewandte Teil des niedersächsischen Vorhabens begann Ende 1989 mit einer zweieinhalbjährigen Vorphase. Hauptuntersuchungsgebiet des angewandten Teils in Niedersachsen war, wie in ELAWAT, das Rückseitenwatt der Insel Spiekeroog. Nach einer Bestandsaufnahme und Sichtung des vorhandenen Wissens wurde der aktuelle Forschungsbedarf aufgezeigt und die Forschungsinhalte der Hauptphase festgelegt. Während der Vorphase waren alle Teilsysteme des Ökosystems Wattenmeer, Dünen, Salzwiesen und Watten Gegenstand der Betrachtungen. In der Hauptphase (Mitte 1992 bis Mitte 1995) erfolgte eine Konzentration auf den Wattbereich. Durch eine halbjährige Synthesephase (Mitte 1995 bis Ende 1995) wurde dieser Teil abgeschlossen.

In der dreijährigen Hauptphase wurden verschiedene Schwerpunkte untersucht. Die Erkenntnisse sind Grundlagen für die von der niedersächsischen Nationalparkverwaltung zu entwickelnden Schutz- und Entwicklungskonzepte. Die Teilprojekte wurden gemäß ihren Zielen und Aufgabenstellungen mehreren großen Arbeitsbereichen zugeordnet (Zusammenstellung aus Roy et al. 1997):

Anoxische Sedimentoberflächen als Indikatoren für den ökologischen Zustand des Wattenmeeres:

Die Beeinflussung der Remineralisierungsprozesse im Sediment durch den verstärkten Eintrag von organischem Material wurde im letzten Jahrzehnt durch das gehäufte Auftreten von anoxischen Sedimentoberflächen („Schwarze Flecken“) auch äußerlich sichtbar. Ursachen und das Entstehen dieses Phänomens und die möglichen Folgen einer Zunahme von „Schwarzen Flecken“ für das Wattenmeer waren Gegenstand von vier Teilprojekten, die physikalische, biologische, biogeochemische und mikrobiologische Prozesse untersuchten. Mögliche Konsequenzen einer Zunahme von „Schwarzen Flecken“ für das Ökosystem Wattenmeer wurden diskutiert.

Miesmuschelbänke als Indikatoren für den ökologischen Zustand des Wattenmeeres:

Der anhaltende Bestandsrückgang der Miesmuschelbestände im niedersächsischen Küstenbereich führte zur Bildung einer Arbeitsgruppe, die sich mit potentiell bestandsreduzierenden Faktoren beschäftigte. Hierzu zählten die Nähr- und Schadstoffeinträge mit den resultierenden Veränderungen in der Phytoplanktonentwicklung sowie die Miesmuschelfischerei. Einflüsse natürlicher Faktoren wie Wegfraß, Parasiten und Witterung wurden auch untersucht. Weil die Entwicklung eines bestandsschonenden Miesmuschelmanagements in den letzten Jahren dringender wurde, wurden die Untersuchungen auch nach Beendigung der Hauptphase der Ökosystemforschung mit mehreren vom Land Niedersachsen finanzierten Nachfolgeprojekten weitergeführt.

Umweltbeobachtung und Umweltqualitätsziele:

Monitoringstrategien wurden für Benthosorganismen, Krebse, Fische und Schadstoffe im Nahrungsnetz entwickelt. Die Ergebnisse wurden in die Expertenworkshops zum ‘Trilateral Monitoring and Assessment Programme’ (TMAP) eingebracht. Mit Hilfe der Luftbildinterpretation wurden Methoden für ein flächendeckendes Monitoring von Eutrophierungseffekten und der Miesmuschelbestände entwickelt und optimiert. Zwei Teilprojekte, darunter ein sozioökonomisch orientiertes, befassten sich mit der Fischerei. Ziel war die Entwicklung eines Konzepts für eine ökologisch und ökonomisch möglichst ausgewogene Fischerei. Ein Teilprojekt „Qualitätsziele“ hatte die Aufgabe, Ziele für eine angestrebte zukünftige Qualität des Wattenmeeres zu formulieren.

Modellierung, Hydrographie, Gesamtkoordination:

Eine mathematische Modellierung von ausgewählten Prozessen im Ökosystem Wattenmeer erfolgte exemplarisch für das Spiekerooger Rückseitenwatt als Stoffkreislaufmodell. Andere Modelle zu anoxischen Sedimentoberflächen, Miesmuscheln und Miesmuschelbänken ergänzen das Stoffkreislaufmodell. Luftbildinterpretationen im Bereich der Salzwiesen und im Watt (Miesmuschelbänke, Grünalgen und Schwarze Flecken) wurden in das Geographische Informationssystem übertragen.

4.4 Syntheseschritte

Die Synthese innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer erfolgte in mehreren Schritten. Die vier Teile der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden durch separate Teilsynthesen abgeschlossen. Unabhängig von den unterschiedlichen wissenschaftlichen Ansätzen und Konzeptionen der beiden angewandten Teilvorhaben in Schleswig-Holstein und Niedersachsen orientierten sich die einzelnen Teilsynthesen methodisch an Leitfragen. Zu diesem Zweck wurden sowohl in Schleswig-Holstein als auch in Niedersachsen zunächst Leitfragen diskutiert, die in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt um allgemeine Leitfragen zur Ökosystemforschung Wattenmeer erweitert wurden. Die Leitfragen wurden auf den regelmäßigen Sitzungen der beiden Steuergruppen der schleswig-holsteinischen und niedersächsischen Teilvorhaben weiterentwickelt und an die Besonderheiten in den beiden Teilvorhaben angepasst.

In einem zusätzlichen Schritt wurde die Ökosystemforschung Wattenmeer mit einer Gesamtsynthese abgeschlossen.

4.4.1 Teilsynthesen in der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer

Teilsynthese des grundlagenorientierten Teils SWAP

Ziel des grundlagenorientierten Teils SWAP war eine Erforschung der Funktionen und Austauschprozesse im Wattenmeer zum besseren Verständnis des Ökosystems. Die offizielle Synthesephase dieses Teils wurde über zwei Jahre von Juni 1994 bis Juni 1996 durchgeführt. Die tatsächliche Teilsynthese konnte aber erst während der letzten 10 Monate dieses Zeitraumes durchgeführt werden. Dies hing damit zusammen, dass der erste Abschnitt der deklarierten Synthesephase noch benötigt wurde, um Untersuchungen und Messreihen in den Teilprojekten abzuschließen und die Teilprojektabschlußberichte fertig zustellen. Da aber ungefähr zeitgleich mit dem Vorlegen der Abschlußberichte die Verträge der befristet angestellten Teilprojektmitarbeiter ausliefen, bestand keine Möglichkeit mehr, diese hauptamtlich in eine Synthesephase einzubeziehen. Aus diesem Grund wurde ein sogenanntes Redaktionsteam gebildet. Dieses Team bestand aus den drei Projektsprechern sowie sieben weiteren Projektmitarbeitern mit festen Stellen, die die Teilsynthese durchführten. Diese Gruppe stellte auf mehreren Sitzungen zunächst ein Konzept für die Teilsynthese auf und versuchte, soweit wie möglich, den Kontakt zu den ehemaligen Teilprojektmitarbeitern aufrecht zu erhalten. Viele dieser ehemaligen Mitarbeiter arbeiteten dem Reaktionsteam zu, indem sie auch nach Ablauf ihrer Arbeitsverträge in den Teilprojekten weiterführende Synthesetexte verfassten.

Die Zielsetzung des Projektes, die funktionellen Beziehungen zwischen den einzelnen Kompartimenten des Wattenmeers aufzuklären, gab die Leitfragen der Teilsynthese vor. Entsprechend wurde der Teilsynthesebericht nach übergeordneten Themenbereichen, wie z. B. „Erosion, Sedimentation und Schwebstofftransport“ oder „Biogener Austausch und Stoffumwandlungen“ gegliedert. Dieser Bericht wurde als Buch ca. eineinhalb Jahre nach Abschluss

der Synthesephase veröffentlicht (Gätje & Reise 1998). In den Einzelbeiträgen des Syntheserberichts wurde bereits eine Zusammenschau unterschiedlicher Aspekte eines Themenkomplexes durchgeführt. So waren beispielsweise an dem Kapitel „Transporte im Nahrungsnetz eulitoralischer Flächen“ Fischereibiologen, Benthologen und Ornithologen beteiligt. In einem Abschlusskapitel wurden die Ergebnisse des gesamten Projekts in einer Gesamtzusammenschau betrachtet. In diesem synthetisierenden Kapitel wurden die Möglichkeiten, Lücken und Grenzen diskutiert, die sich aus den neuen Erkenntnissen von SWAP ergeben haben. Auch Gedanken zur Übertragbarkeit der Schlussfolgerungen aus dem Projekt und Prognosen für die zukünftige Entwicklung des Gebietes werden vorgestellt. Die Ergebnisse dieses Projektes liefern eine gute Grundlage, einige bisher nicht untersuchte Prozesse über Modellierungen zu bearbeiten. Darüber hinaus wird empfohlen, das Lister Tidebecken aufgrund der weit zurückreichenden Datengrundlage zu einem Umweltbeobachtungsgebiet zu erklären, um auch zukünftige Veränderungen im Ökosystem Wattenmeer registrieren und analysieren zu können (Gätje & Reise 1998).

Teilsynthese des angewandten Teils

Im Anschluss an die Hauptuntersuchungsphase des angewandten schleswig-holsteinischen Teils wurde eine zweijährige Synthesephase durchgeführt. Die Leitfragen sollten die Synthesearbeiten erleichtern und wurden in die Arbeiten zur Auswertung der Forschungsergebnisse der Teilprojekte eingebracht, die Bezug auf eine räumliche Untergliederung des Untersuchungsraumes nehmen (aus Kellermann et al. 1996):

1. Räume besonderer Bedeutung (Status quo und potentielle ökologische Bedeutung)
2. Räume besonderer Empfindlichkeit
3. Räume besonderer Belastung
4. Räume besonderer ökonomischer Bedeutung
5. Szenario: Ungestörte Entwicklung des Wattenmeers (soweit möglich unter Berücksichtigung externer Belastungen; Konsequenzen der „Ungestörtheit“)
6. Schutzstrategien im Sinne des NPG, § 2 (19) und § 2 (2)
 - 6.1 Folgerungen und Vorschläge für Schutzgebietsgrenzen (äußere Grenzen des Nationalpark, Zonierung, Vorfeld)
 - 6.2 Folgerungen und Vorschläge für Schutzstrategien
7. Auswirkungen von Schutzstrategien (ökologisch und ökonomisch)
8. Folgerungen für Öffentlichkeitsarbeit, Umweltbildung und Betreuung
9. Monitoring und anwendungsbezogene Forschung
 - 9.1 Langzeitbeobachtung, Erfolgskontrollen
 - 9.2 Begleitende und ereignisorientierte Untersuchungen

Gegen Ende der Hauptuntersuchungsphase bearbeiteten die Teilprojekte bereits die Leitfragen und es wurden Workshops zu diesen Fragen durchgeführt. In der eigentlichen zweijäh-

rigen Synthesephase wurden die Arbeiten weitergeführt. Eines der Ziele des angewandten schleswig-holsteinischen Teilvorhabens war, als eine Syntheseleistung Konzepte zur Dauerbeobachtung des Ökosystems zu entwickeln. Da auf der Ebene der Trilateralen Regierungskonferenzen bereits erste Konzepte für eine gemeinsame Umweltbeobachtung im Wattenmeer entwickelt wurden, bot es sich an, diese Aktivitäten aufzugreifen. Als vorweggenommene Syntheseprodukte im angewandten Teil konnte dann auch die Zuarbeit zum Konzept für das Trilaterale Wattenmeermonitoring (TMAP) geleistet werden sowie ein Vorlandmanagementkonzept erstellt und regionalisierte Qualitätsziele für den Nationalpark entwickelt werden (Kellermann et al. 1996).

Alle Teilprojekte im Teil A sollten in Lösungsstrategien münden, um kurzfristig und langfristig Konflikte zu entschärfen, bzw. Umweltprobleme zu mindern. Die Syntheseleistungen dieser Teilprojekte lagen also zunächst in der themenbezogenen Auswertung ihrer Ergebnisse und darüber hinaus in der gemeinsamen Auswertung von Ergebnissen innerhalb der Arbeitsgruppen. Es entstanden verschiedene sogenannte teilprojektübergreifende Abschlußberichte, in denen die Ergebnisse mehrerer Teilprojekte unter bestimmten Fragestellungen zusammenflossen. Dies war der erste Syntheseschritt auf der Ebene der Teilprojekte, der bereits während der Laufzeit des Vorhabens und in der Endphase 1993 und Anfang 1994 vollzogen wurde. In dem nächsten Syntheseschritt, der eigentlichen Synthesephase, erfolgten die Zusammenschau, Ergänzung und Bewertung der Abschlußberichte des Teils A sowie die Auswertung im Hinblick auf zukünftige Schutz- und Managementkonzepte (siehe Kellermann et al. 1996). Ein weiterer wesentlicher Aspekt dieser Teilsynthese des angewandten Bereichs war die Raumbewertung (Stock et al. 1996).

Aus der Teilsynthese des angewandten Teils der Ökosystemforschung Wattenmeer in Schleswig-Holstein entstand ein Synthesebericht, der in der Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer veröffentlicht wurde (Stock et al. 1996). Dieses umfangreiche Forschungsvorhaben konnte termingerecht zum Abschluss gebracht werden. Für die Erstellung des Syntheseberichtes hatte ein Wissenschaftler die Federführung übernommen. Die Teilsynthesegruppe des angewandten Teils umfasste 13 wissenschaftliche Mitarbeiter und zusätzlich vier weitere Wissenschaftler für das Erstellen von thematischen Karten aus den Ergebnissen der Ökosystemforschung Wattenmeer für das GIS. Die wissenschaftlichen Teilsynthesemitarbeiter rekrutierten sich aus den ehemaligen Arbeitsgruppensprechern und Teilprojektbearbeitern sowie aus eigens für die Synthesephase eingestellten Mitarbeitern im Nationalparkamt. Diese vier Mitarbeiter der Teilsynthese haben technische Unterstützung geleistet sowie bei der Gestaltung und des Layouts des Berichtsbandes mitgewirkt. Einzelne Beiträge des Syntheseberichts, die nicht Forschungsgegenstand der Ökosystemforschung Wattenmeer waren (z.B. Landwirtschaft, Jagd, Rohstoffnutzung, Energieversorgung, nationale und internationale Rahmenbedingungen), wurden von Mitarbeitern des Nationalparkamts oder von externen Experten verfasst.

Die Umsetzung der Forschungsergebnisse in Verwaltungshandeln war erklärtes Ziel der Ökosystemforschung Wattenmeer (Kellermann et al. 1996, Leuschner & Scherer 1989). Diese Zielvorgabe machte es möglich, von der anwendungsorientierten Naturschutzforschung direkt umsetzbare Vorschläge zur Verbesserung des Naturschutzes im Nationalpark

zu erarbeiten. Der Vorschlagskatalog, der in der Form eines Nationalparkplans erstellt wurde, konnte in Schleswig-Holstein unmittelbar in eine öffentliche naturschutzpolitische Diskussion eingebracht werden. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Ökosystemforschung und der öffentlichen Diskussion wurde ein Gesetzgebungsverfahren zur Novellierung des Nationalparkgesetzes initiiert.

Im Synthesebericht wurden u.a. Konzepte zu Vorschlägen für ein Muschelmanagement, Zonierungen, Nationalparkgesetznovellierung, Biosphärenreservatsvorschlag und die Festlegung von Vorranggebieten für touristische Nutzungen erarbeitet. Die Konzepte zur Besucherlenkung sowie zum Management der Vorländer werden bereits umgesetzt. Damit ist der Syntheseband des angewandten Teils ein Versuch, die Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer einzubringen und die Forderungen sowie Ansprüche von Naturschutz (Gewährleistung des Ablaufs natürlicher Prozesse), Fischerei, Tourismus, Landwirtschaft und Küstenschutz zu integrieren. Der Synthesebericht ist eine wesentliche Grundlage für einen Nationalparkplan in Schleswig-Holstein. Er enthält darüber hinaus auch Beiträge zu Management- und Schutzaufgaben auf Gemeindeebene und für die Regionalentwicklung.

Ergänzt wurde die Teilsynthese durch Öffentlichkeitsarbeit. Es wurden Broschüren und Faltblätter erstellt. Bedingt durch die versetzten Laufzeiten der grundlagenorientierten und angewandten Teile in Schleswig-Holstein konnte in diesem Teilvorhaben keine gemeinsame übergreifende Synthese durchgeführt werden.

4.4.2 Teilsynthesen in der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer

Teilsynthese des grundlagenorientierten Teils ELAWAT

Welche Prozesse und Mechanismen spielen für den langfristigen Erhalt des Wattenmeeres eine Rolle? Ein besseres Verständnis über die dazu führenden ökologischen Zusammenhänge war Anliegen der Untersuchungen von ELAWAT. Die neunmonatige ELAWAT-Teilsynthese nach Abschluss der Felduntersuchungen wurde mit acht hauptamtlichen Mitarbeitern am Forschungszentrum TERRAMARE in Wilhelmshaven durchgeführt. Das Ziel der Teilsynthese bestand darin, die in den Teilprojekten untersuchten Eigenschaften der Systemkomponenten zusammenzuführen und Aussagen über mögliche Stabilitätseigenschaften des Wattenmeeres abzuleiten. Ein wichtiger Punkt war dabei die Ursachenanalyse für raum-zeitliche Verteilungen der ausgewählten Systemparameter und für Effekte von Störungen und nachfolgender Regeneration. Ein Hauptaspekt war dabei die Resilienz, d.h. die Fähigkeit, nach Änderungen infolge von Störungsereignissen, wieder in einen Referenzzustand zurückzukehren (Dittmann et al. 1998). Aus den Ergebnissen in ELAWAT lässt sich schließen, dass sich für das Wattenmeer aufgrund seiner hohen Dynamik keine Referenzzustände festlegen lassen.

Darüber hinaus wurde in der Teilsynthese der in ELAWAT gewählte Forschungsansatz kritisch betrachtet und Empfehlungen für zukünftige Forschungsschwerpunkte im Wattenmeer gegeben. Die Analyse der Prozesse, die nach Störungsereignissen eine Regeneration be-

einflussen, führte zu Anregungen für einen naturverträglichen Umgang mit dem Wattenmeer. In der Teilsynthese wurde ebenfalls eine kritische Einschätzung der Realisierung von Verbundvorhaben vorgenommen. Die Vorgehensweise bei dieser Teilsynthese war so ausgerichtet, dass weitere Grundlagen für die bereits parallel durchgeführte Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer zur Verfügung gestellt wurden. Die Ergebnisse der Teilsynthese sind in einem Teilsynthesebericht veröffentlicht (Dittmann et al. 1998), der in englischer Fassung als Buch erschienen ist (Dittmann 1999).

Ergänzt wurde die Teilsynthese durch Öffentlichkeitsarbeit. Es wurde eine Broschüre erstellt und in Faltblättern über thematische Schwerpunkte informiert.

Teilsynthese des angewandten Teils

Die Formulierung von Leitfragen in der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer, die auch für die Syntheseschritte von Bedeutung waren, entwickelte sich aus der Programmkonzeption des Vorhaben heraus (ARSU 1989). Da die Konzeption des Teilvorhabens in Niedersachsen ursprünglich nicht in die beiden Bereiche grundlagenorientierte und angewandte Forschung aufgeteilt war, waren die Leitfragen zunächst auch weniger anwendungsorientiert als in Schleswig-Holstein. Nach der Diskussion auf verschiedenen Vollversammlungen wurden Leitfragen aufgestellt, die fünf übergreifende Schwerpunkte umfassen (Roy et al. 1997, detailliertere Angaben zu den einzelnen Schwerpunkten siehe Anhang 11.4):

1. Ökosystemeigenschaften
2. Auswirkungen anthropogener Einflüsse
3. Umweltbeobachtung/Monitoring (Überwachung)
4. Beurteilung zu Veränderungen im Ökosystem und zur Umweltqualität (Bewertung)
5. Schutzkonzepte

In den Teilprojektberichten des angewandten Teils wurden die fünf übergeordneten Syntheschwerpunkte (s.o.) soweit wie möglich aufgegriffen. Auf der Ebene der Teilprojektberichte erfolgte nur eine begrenzte Beantwortung der Leitfragen. Eine weitergehende Berücksichtigung und Beantwortung der Leitfragen blieb deshalb der Teilsynthese des angewandten Teils vorbehalten.

In der Konzeption und Durchführung der Teilsynthese des angewandten Teils in Niedersachsen bestanden einige wesentliche Unterschiede gegenüber den anderen Teilsynthesen. Für das niedersächsische Vorhaben war gegen Ende der Freilanduntersuchungen keine Finanzierung für eine Synthesephase in Aussicht.

Um dennoch eine erste noch auf die sechs Hauptthemenbereiche orientierte Teilsynthese durchführen zu können, beschloss das niedersächsische Leitungskollegium in Absprache mit den Teilprojektleitern, die Laufzeit der einzelnen Teilprojekt zugunsten einer Synthese des angewandten Teils zu kürzen (Roy et al. 1997).

Die Teilsynthese wurde von sechs für diesen Zweck eingestellten Personen aus den ehemaligen Teilprojekten über sechs Monate durchgeführt. Diese Synthesegruppe wurde komplettiert durch drei Mitarbeiter der Steuergruppe. Von diesen bearbeitete ein Mitarbeiter die Fragen im Zusammenhang mit dem GIS. Ziel dieses ersten Syntheseschrittes im angewandten Teil war es, eine Abstraktionsebene oberhalb der Betrachtung der Einzelwertanalyse hin zu Aussagen höherer Komplexität zu erreichen (Roy et al. 1997). Es entstanden sechs „Thematische Reports“. Vier Reports beschäftigten sich mit den Themenkomplexen: Eutrophierung (Rahmel 1996), Schwarze Flecken (Eversberg & Roy 1996), Miesmuscheln (Petri 1996) und Fischerei (Walter 1996), während zwei Reports zu den übergeordneten Leitfragen Monitoringstrategien (Knust 1996) und Qualitätsziele (Höpner & Kellner-Gnos 1996) Stellung beziehen.

Ursprünglich war geplant, zu den sechs Themen Arbeitskreise einzurichten und die ehemaligen Teilprojektbearbeiter und -leiter intensiv mit einzubeziehen. Mit Ausnahme weniger Personen und bis auf einige zusätzliche Einzelkontakte ließ sich dieses Vorhaben aber nicht realisieren, da viele der ehemaligen Mitarbeiter nicht mehr zur Verfügung standen, weil sie andere Stellen angetreten hatten.

Auf verschiedenen Klausurtagungen der Synthesegruppe wurde die Vorgehensweise diskutiert und eine einheitliche Struktur der für jeden Themenbereich zu erstellenden Thematischen Reports festgelegt. In den letzten beiden Klausurtagungen wurden die Inhalte und Texte der Reports in der Gruppe diskutiert.

Die Teilsynthese der angewandten Projekte wurde innerhalb der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer als erster fachlicher Zwischenschritt aufgefasst und durchgeführt. Unter der Themenstellung der sechs ausgewählten Bereiche wurden die Ergebnisse der entsprechenden niedersächsischen Teilprojekte zusammengefasst und mit relevanten Arbeiten im Schleswig-Holsteinischen Teilvorhaben und der internationalen Literatur verglichen und diskutiert. Zu den Themenkomplexen „Qualitätsziele“ und „Monitoring“ erfolgte eine erste Bewertung der jeweiligen Ergebnisse in jedem thematischen Report. Aufgrund der sehr knappen zeitlichen Vorgaben lagen die Thematischen Reports nicht mit Ende der halbjährigen finanzierten Teilsynthesephase vor. Hinzu kam dass einige Teilprojektabschlußberichtsentwürfe, nicht termingerecht zu Beginn der Synthesephase vorlagen. Um die Thematischen Reports dennoch mit Ende der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer im Juni 1996 vorzulegen können, arbeiteten die Synthesemitarbeiter z. T. ohne Finanzierung bis zum Abschluss der Berichte weiter.

Wichtig für die Arbeiten der Synthesegruppe war die Beteiligung der Steuergruppe des Vorhabens. Sie konnte den Arbeiten beratend zur Seite stehen, auf die Beantwortung der Leitfragen und der generellen Linie der Synthesearbeiten achten oder ggf. Einfluss nehmen. Da die für die Teilsynthese eingestellten Mitarbeiter weiter in ihren jeweiligen wissenschaftlichen Einrichtungen verblieben und - im Gegensatz zur schleswig-holsteinischen angewandten Teilsynthese - nicht in die Nationalparkverwaltung eingebunden waren, mussten ggf. entsprechende Kontakte durch die Steuergruppe hergestellt werden. Im Verlauf der Synthesephase gab es aber darüber hinaus keine unmittelbare Rückkopplung zur Nationalparkver-

waltung und ihren Belangen. Im Gegensatz zu Schleswig-Holstein war mit der Teilsynthese in Niedersachsen auch keine Beteiligung an der Erstellung oder Fortschreibung eines Nationalparkplans verbunden. Damit gab es auch keine unmittelbaren Vorschläge für die Umsetzung der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer in Verwaltungshandeln. Die Thematischen Reports enthalten z.T. Vorschläge für Maßnahmen und neue Konzepte im Nationalpark, die allerdings keinen so großen Detaillierungsgrad und Raumbezug aufweisen wie in Schleswig-Holstein. Der Bericht über die Fischerei entwickelte z.B. Szenarien, die ein künftiges Wattenmeer unter den Prämissen beschreiben: „Weiter wie bisher“, „Durchsetzung maximaler ökonomischer Interessen“ und „Durchsetzung der maximalen Naturschutzinteressen“.

Der Bericht zum Themenbereich Miesmuscheln war die Grundlage für einige weitere Projekte, die nach Abschluss der Ökosystemforschung Wattenmeer von anderen Institutionen gefördert wurden.

Soweit dies möglich und in dieser Phase sinnvoll war, haben die Autoren der Thematischen Reports die einzelnen Berichte aufeinander abgestimmt. In den Thematischen Reports wurde über die rein fachliche Zusammenfassung hinaus bereits zu den Leitfragen (siehe Anhang 11.4) Stellung genommen und zum Teil auch Szenarien mit naturschutzrelevanten Aussagen entwickelt. Im Gegensatz zu Schleswig-Holstein erfolgte keine öffentliche Diskussion der Inhalte der Thematischen Reports. Die Ergebnisse werden zur Veröffentlichung vorbereitet, werden aber intern auch von den Behörden in Niedersachsen genutzt und stehen bereits als (noch nicht vom Umweltbundesamt freigegebener) Entwurf den Interessierten zur Verfügung.

In Niedersachsen wurde nicht primär das Ziel verfolgt, Grundlagen für einen neuen Nationalparkplan zu erarbeiten. Aus diesem Grund bleibt die Umsetzung der Ergebnisse der Ökosystemforschung der Nationalparkverwaltung vorbehalten (Roy et al. 1997). Auch innerhalb der niedersächsischen Ökosystemforschung Wattenmeer wurden aufgrund des zeitlichen Versatzes der beiden Teile jeweils separate Teilsynthesen, aber keine übergreifende Synthese der grundlagenorientierten und angewandten Forschung durchgeführt.

4.4.3 Gesamtsynthese

Bereits in den Konzeptionen der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde die Bedeutung und Wichtigkeit einer Synthese erkannt. Zu Beginn der 90er Jahre wurden erste Aktivitäten zu einer übergreifenden Synthese des Gesamtvorhabens initiiert. Doch schon auf einem im Juni 1993 durchgeführten „Syntheseworkshop“ wurde deutlich, dass aufgrund der unterschiedlichen Laufzeiten in den vier Teilen eine gemeinsame Synthese aller vier Teile bis zum Abschluss der beiden Teilvorhaben nicht möglich sein würde (Roy et al. 1997). Mit Abschluss der beiden Teilvorhaben lagen die einzelnen Teilsynthesen der grundlagen- und anwendungsorientierten Projekte vor (s.o.). Eine übergreifende Synthese der grundlagenorientierten und angewandten Teile in den jeweiligen Ländern und auch eine darüber hinaus gehende Synthese des gesamten Vorhabens stand aber noch aus.

Dieses Defizit einer fehlenden Synthese in der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde dadurch aufgehoben, dass das Gesamtvorhaben um eine „Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer“ erweitert wurde. In der Gesamtsynthese wurden die Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer noch einmal unter ausgewählten Aspekten bearbeitet. Gefördert wurde diese Projektphase vom Land Niedersachsen, BMBF und BMU/UBA von Juli 1996 bis März 1999. Sie wurde von drei Gruppen aus der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer (Beginn der Arbeiten zur Gesamtsynthese Mitte 1996), aus dem Umweltbundesamt (Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer, Beginn der Arbeiten Anfang 1997) und dem Forschungszentrum TERRAMARE (Beginn der Arbeiten Anfang 1998) durchgeführt. Durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die vormals im schleswig-holsteinischen Teilvorhaben angestellt waren und nun in den Gruppen der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer und TERRAMARE an der Gesamtsynthese mitarbeiteten, konnten Kenntnisse aus den schleswig-holsteinischen Teilsynthese mit in die Gesamtsynthese einfließen.

Mit Beginn der Gesamtsynthese der Ökosystemforschung Wattenmeer standen die Bearbeiter vor einem sehr umfangreichen Datenmaterial, einer Vielzahl von Einzelergebnissen und Teilabschlußberichten. Eine Strukturierung der Gesamtsynthesearbeit erfolgte bereits mit dem Einreichen des gemeinsamen Antrags. In dem Antrag wurde eine thematische Aufteilung der Arbeiten auf die drei geplanten Gesamtsynthesegruppen zugeschnitten. Es waren die drei Bereiche, die sich mit spezifischen wissenschaftlichen Fragen, methodischen Fragen und zu umweltpolitischen Fragen beschäftigten (siehe Kap. 3.2.3).

Bei den ersten Sitzungen der Gesamtsynthesegruppe wurde diskutiert, wie die unterschiedlichen inhaltlichen Kenntnisse der sehr umfangreichen Teilprojektergebnisse der Mitglieder der Gesamtsynthesegruppe angeglichen werden könnten. Dies sollte durch das Erstellen von Zusammenfassungen und Bewertungen sämtlicher Teilprojektabschlußberichte in sogenannten Projektkennblättern geschehen. Mit diesem Arbeitsschritt war geplant, die umfangreichen Einzelergebnisse der Teilprojekte auf synthesesrelevante Inhalte zu reduzieren und aufzubereiten. Die Durchführung dieses Arbeitsschrittes stellte sich jedoch als sehr arbeitsaufwendig heraus und wurde deshalb abgebrochen. Im Verlauf der Arbeiten zur Gesamtsynthese zeigte sich des weiteren, dass aus Zeitgründen nicht alle vorgesehenen Themen in der gleichen Intensität bearbeitet werden konnten. Dies verlangte eine pragmatische Herangehensweise und führte dazu, dass sich die drei beteiligten Gesamtsynthesegruppen auf ausgewählte Aspekte innerhalb der Themenschwerpunkte konzentrierten, während andere Themen nicht mit einem vergleichbaren Detaillierungsgrad bearbeitet wurden.

Die Beiträge der Gesamtsynthese erfolgten u.a. zu den Schwerpunkten: Systemeigenschaften, Strukturen, Stoffe und Prozesse im Wattenmeer, anthropogene Einflüsse, Umweltbeobachtung, zu Fragen zum Schutz des Wattenmeeres, Forschungsperspektiven, Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer als Methode der Umweltforschung sowie das Ableiten genereller Empfehlungen aus den Erfahrungen der Ökosystemforschung Wattenmeer für zukünftige Verbundvorhaben.

Neben den regelmäßigen Treffen der Gesamtsynthesegruppe in ca. 2 monatlichen Abständen gab es Besprechungen in Kleingruppen und die Einrichtung sogenannter Kommunikationsgruppen, die sich mit verschiedenen Themenschwerpunkten (z. B. Fischerei, Tourismus, Modelle, Monitoring, Umweltqualitätsziele und Schutzkonzepte sowie Ökosystemforschung als Methode der Umweltforschung) beschäftigten. Es wurden Interviews mit ehemaligen Mitarbeitern auf verschiedenen Ebenen der Ökosystemforschung Wattenmeer durchgeführt. Die Auswertungen dieser Befragungen waren wichtige Grundlagen für den Erfahrungsbericht.

Darüber hinaus wurde eine Gruppe externer Berater berufen, um mit ihnen den Fortgang der Arbeiten zur Gesamtsynthese zu diskutieren. Auf zwei 1997 und 1998 durchgeführten Fachgesprächen wurden diese Berater von den Mitarbeitern der Gesamtsynthesegruppen über den Stand der Arbeiten informiert und mit ihnen die fachlichen Syntheseschwerpunkte intensiv diskutiert.

4.5 Öffentlichkeitsarbeit

Ziel der Öffentlichkeitsarbeit in der Ökosystemforschung Wattenmeer war es, die interessierte Öffentlichkeit über die Ergebnisse und Fortschritte der Ökosystemforschung Wattenmeer zu informieren. Mit der Öffentlichkeitsarbeit wurde angestrebt, die Akzeptanz gegenüber der Forschung in der Region zu fördern, aber auch die Ergebnisse aus der Ökosystemforschung den Entscheidungsträgern auf allen politischen und administrativen Ebenen zu vermitteln. Dies geschah über das Verfassen von allgemeinverständlichen Broschüren, populärwissenschaftlichen Berichten und Pressemitteilungen. In mehreren Radio- und Fernsehbeiträgen wurde über verschiedene Themenschwerpunkte aus der Ökosystemforschung Wattenmeer informiert. Bei der Öffentlichkeitsarbeit ist zu beachten, dass Forschungsergebnisse in leicht verständlicher Form auch für Fachkollegen aus benachbarten Disziplinen sehr hilfreich sind und zum besseren Übersichtsverständnis beitragen können.

Neben der Information einer breiteren Öffentlichkeit über die Ökosystemforschung Wattenmeer durch Broschüren und Faltblätter wurden Informationsveranstaltungen für spezielle Interessengruppen durchgeführt. Dies geschah über Diskussionsveranstaltungen mit verschiedenen Interessenskreisen, z. B. mit Wattführern, Umweltverbänden und Vertretern von Berufsgruppen wie Fischer und Schäfer. Des weiteren stellten Wissenschaftler aus der Ökosystemforschung vor Nationalparkbeiräten und Kuratorien ihre Ergebnisse vor. Die sich aus den neuen Erkenntnissen ergebenden weiterführenden Vorschläge für Schutz- und Nutzungskonzepte konnten auf diese Weise aus Sicht der möglicherweise direkt von der Umsetzung betroffenen Interessengruppen und Personen intensiv diskutiert werden.

In Niedersachsen wurde im Zuge der Öffentlichkeitsarbeit als weitere Aktivität eine Ausstellung zum Thema „Watt und mehr“ mit einem entsprechenden Begleitprogramm für die interessierte Öffentlichkeit durchgeführt. Gezeigt wurde die Ausstellung in Bonn, Spiekeroog, Oldenburg, Wilhelmshaven, Norddeich und Norderney (Roy et al. 1997).

Bereits in der Programmkonzeption war eine weitere zentrale populärwissenschaftliche Aufbereitung der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung Wattenmeer geplant, eine allge-

meinverständliche Darstellung des Naturraums Wattenmeer in einem zweibändigen „Umweltatlas Wattenmeer“. Diese Bände sind erschienen unter den Titeln:

- Band 1 „Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer“ (Umweltatlas Wattenmeer 1998)
- Band 2 „Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung“ (Umweltatlas Wattenmeer 1999).

Im Bewusstsein der großen Bedeutung einer kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit war dieser Punkt Bestandteil der ursprünglichen Programmkonzeptionen der Ökosystemforschung Wattenmeer (ARSU 1989, Leuschner 1989). In Schleswig-Holstein wurde die Öffentlichkeitsarbeit anfänglich als eigenständiger Projektbereich geführt. Geplant war die Einstellung einer qualifizierten Teilzeitkraft, beispielsweise ein halbtags zu beschäftigender Journalist. Dies konnte aber nicht realisiert werden. Auch die im niedersächsischen Teil ursprünglich eingeplante separate halbe Stelle in der Öffentlichkeitsarbeit wurde gestrichen. Da aber dennoch allgemein der hohe Stellenwert für eine Öffentlichkeitsarbeit innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer gesehen wurde, wurde die Aufgabe von den Steuergruppen der beiden Teilvorhaben übernommen. In Niedersachsen konnte diese Aufgabe in Zusammenarbeit mit der Abteilung Öffentlichkeitsarbeit der Nationalparkverwaltung und dem Leitungskollegium durchgeführt werden.

5 Interviews zum Ablauf der Ökosystemforschung Wattenmeer

Maren Kaiser, Thilo Mages-Dellé

Die Arbeiten im Rahmen des methodischen Schwerpunktes der Gesamtsynthese haben zum Ziel, die Ökosystemforschung Wattenmeer als Methode der Umweltforschung zu bewerten (siehe Kap. 1). Die Erfahrungen und Einschätzungen von Wissenschaftlern, die im Vorhaben mitgearbeitet haben, hinsichtlich Ablauf, Koordinierung und Effektivität sind ein wichtiger Beitrag zu dieser Bewertung und den daraus resultierenden Empfehlungen für zukünftige interdisziplinäre Verbundvorhaben (siehe Kap. 9). Denn gerade solche Vorhaben verlangen den beteiligten Wissenschaftlern viel Einsatz hinsichtlich Koordinierung und Auseinandersetzung mit anderen Disziplinen ab. Sie können u.E. nur erfolgreich sein, wenn sie so organisiert sind, dass die Beteiligten auch persönlich von den interdisziplinären Anstrengungen profitieren. Die Interviews dienten dazu, die Erfahrungen und Einschätzungen einiger an zentraler Stelle des Vorhabens beteiligten Wissenschaftler (siehe Kap. 5.1) zu dokumentieren und in der Bewertung (Kap. 8) und ggf. in den Empfehlungen (Kap. 9) zu berücksichtigen.

5.1 Methodik

Um die vielfältigen Erfahrungen der an der Ökosystemforschung Wattenmeer beteiligten Wissenschaftler zu erfassen, wurden Interviews mit Mitgliedern der Projektleitung und der Steuergruppen, mit Teilprojektleitern, Bearbeitern der Teilsynthesen sowie je einem Mitarbeiter der beiden beteiligten Nationalparkbehörden in Tönning und Wilhelmshaven durchgeführt. Es wurden acht Personen aus Schleswig-Holstein sowie zehn Personen aus Niedersachsen befragt. Zehn der befragten Personen waren zeitweilig oder durchgängig Mitglieder der Steuergruppe. Vier Personen gehörten der Projektleitung an. Drei Personen waren Leiter oder Mitarbeiter eines Teilprojektes der A-Teile, drei der B-Teile. Zehn der Befragten haben in einer der Teilsynthese und/oder der Gesamtsynthese mitgearbeitet. Etliche der Befragten hatten im Verlauf des Vorhabens zeitlich wechselnde Funktionen oder Doppelfunktionen, so dass die Summe aus der vorangegangenen Aufzählung größer als die absolute Anzahl der Befragten (18) ist. Die Ebene der Mitarbeiter der Teilprojekte wurde indirekt mit erfasst, da einige der befragten Personen im Laufe des Projektes wechselnde Funktionen innehatten und anfänglich Mitarbeiter von Teilprojekten waren.

Es wurden Fragen zu den Themen methodisch-wissenschaftliches und organisatorisches Vorgehen, Öffentlichkeitsarbeit sowie Datenhaltung und Datenverarbeitung gestellt (siehe Anhang 11.5). Den beiden Mitarbeitern der Nationalparkbehörden wurde nur ein Teil der Fragen sowie einige zusätzliche bzw. hinsichtlich der Belange des Nationalparks abgewandelte Fragen gestellt.

Befragungen sind eine der am häufigsten angewandten Erhebungsmethode in der Soziologie, um Meinungsbilder zu erheben (Friedrich 1980). Sie liefern ein Bild der momentanen Einschätzungen, Meinungen und Bewertungen der Befragten und sind von den persönlichen Erfahrun-

gen geprägt, also subjektiv. Durch die Berücksichtigung fast aller Organisationsebenen des Projektes ergibt sich trotz der recht geringen Anzahl von 18 Befragungen ein differenziertes Bild des Projektes.

Die Fragen wurden ergebnisoffen gestellt, d.h. keine Antworten vorgegeben. Dieses Vorgehen hat Vor- und Nachteile. Ein Vorteil liegt darin, dass die befragten Personen auch Aspekte nennen können, die bei der Erstellung des Fragebogens nicht berücksichtigt wurden. Nachteilig ist, dass häufig sehr breit geantwortet und Fragen vorweggenommen werden. Dies erhöht den Zeitaufwand für die Auswertung des umfangreichen Materials. Außerdem wird eine nachträgliche Einteilung der gegebenen Antworten in Kategorien wie „ja/nein“ oder „gut/befriedigend/schlecht“ bei nicht ganz eindeutigen oder widersprüchlichen Antworten von der Sichtweise des Auswertenden beeinflusst. Die nachträglich vorgenommene Kategorisierung der meisten Fragen und die bei einer Zahl von 18 Befragten eigentlich nicht zulässige Quantifizierung soll lediglich verdeutlichen, ob es sich bei den Antworten um Äußerungen Einzelner oder um eine von mehreren geteilte Meinung handelt. Sie wird durch eine ausführliche Darstellung der Antworten ergänzt.

Die Interviews wurden auf Tonband mitgeschnitten, anschließend die Bänder abgehört und der gesamte Wortlaut schriftlich festgehalten. Aufgrund z.T. mangelhafter Aufnahmequalität hat sich dieses Verfahren als sehr zeitaufwendig erwiesen. Unter rein zeitlichen Gesichtspunkten wurde der oben genannte Vorteil einer offenen Befragung hierdurch wieder aufgehoben. Für eine zukünftige Befragung zur Dokumentation der Erfahrungen innerhalb eines Forschungsprojektes erscheint es daher günstiger, einen schriftlichen Fragebogen einzusetzen. Je nach Inhalt der Frage sollte er aus offenen Fragen und geschlossenen Fragen, die zusätzlich Möglichkeit für ergänzende Bemerkungen einräumen, bestehen.

5.2 Ergebnisse

In den nachfolgenden Kapiteln werden, z.T. in zusammengefasster Form, die Ergebnisse der Befragung unabhängig von den Ansichten der Autoren dargestellt. In Kapitel 8 werden die Ergebnisse wieder aufgegriffen und im Zusammenhang mit Erfahrungen aus anderen Projekten diskutiert und bewertet.

5.2.1 Projektplanung

In den Interviews wurden zahlreiche Fragen zur Projektplanung gestellt, da sie für den Erfolg eines Verbundvorhabens von zentraler Bedeutung ist. Die entsprechenden Antworten werden in den nachfolgenden Unterkapiteln zusammenfassend dargestellt.

Erstellung der Konzeption

In den Interviews haben sich über die Hälfte der Befragten dafür ausgesprochen, die Steuergruppen an der Planung des Vorhabens zu beteiligen bzw. angegeben, dass die fehlende Beteiligung negative Konsequenzen hatte (Abb. 5.1). Es wurde geäußert, dass eine Beteiligung der Steuergruppe an der Erarbeitung der Konzeption zu einer besseren Identifizierung mit dem

Vorhaben führt. Die fehlende Möglichkeit, eine eigene fachliche Meinung mit einbringen zu können, wurde negativ empfunden.

Die schleswig-holsteinische Konzeption (Leuschner 1989) wurde als gute Leitlinie für die Durchführung des angewandten Teils betrachtet. Dies wurde u.a. darauf zurückgeführt, dass ein Mitarbeiter der Nationalparkbehörde, der später Mitglied der Steuergruppe wurde, in direktem Kontakt mit dem Autor der Studie stand und bei allen Abstimmungsgesprächen beteiligt war. Aufgabenstellung und Ziele der einzelnen Projekte wurden bereits in dieser Phase detailliert besprochen und durch die Abstimmung mit dem Landesamt entsprechend praxisnah ausgerichtet.

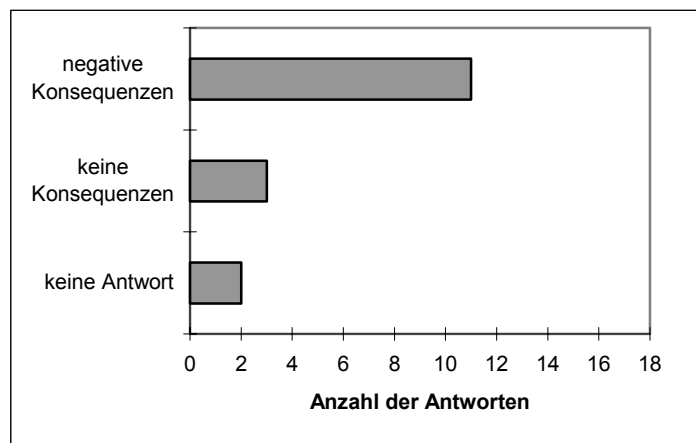


Abbildung 5.1: Hatte die Tatsache, dass sie Steuergruppe nicht an der Planung der Ökosystemforschung beteiligt war, Konsequenzen? (n=16)

Auf der Ebene der Teilprojekte war nach Meinung der Hälfte der Befragten bei der Projektplanung keine oder nicht ausreichend Zeit für die Teilnahme an der Koordinierung dienenden Treffen vorgesehen worden (Abb. 5.2). Weitere Bemerkungen waren: Vielen Teilprojektbearbeitern war zu Projektbeginn nicht klar, dass von ihnen interdisziplinärer Austausch gefordert war und dass die Einbindung in ein Verbundvorhaben einen entsprechenden zeitlichen Tribut fordert. Sie hatten noch keine Erfahrung mit der Arbeit in so großen Verbundvorhaben.

Ein Viertel der Antworten besagten dagegen, dass bei der Projektplanung ausreichend Zeit für die Koordinierung vorgesehen worden ist. An den Ergebnissen ist abzulesen, dass der Koordinationsaufwand nicht zu Lasten der inhaltlichen Arbeit gegangen ist. Beim konsequenten Einsatz von Arbeitsgruppen zu Beginn des Verbundvorhabens wäre die Zeit ausreichend gewesen.

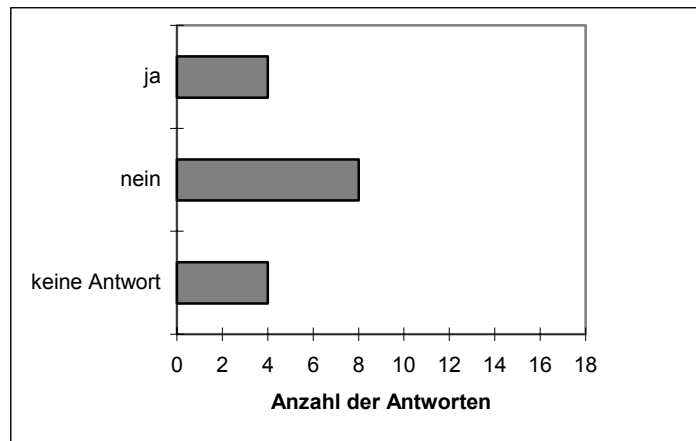


Abbildung 5.2: Wurde bei der Projektplanung ausreichend Zeit für die Koordinierung vorgesehen? (n=16)

Projektziele realistisch und realisierbar?

Diese Frage zielte darauf ab, ob einerseits die in den Konzeptionen niedergelegten Ziele als realistisch, also vom Grundsatz her unter optimalen Bedingungen erreichbar, eingeschätzt wurden und ob andererseits die konkret bearbeiteten Ziele als realisierbar angesehen wurden.

Die Projektziele wurden von knapp der Hälfte der Befragten als realistisch und von über der Hälfte als realisierbar betrachtet (Abb. 5.3). Dieser Widerspruch resultiert daraus, dass in den Antworten zwischen den übergeordneten Zielen der Leuschner- und ARSU-Studie (Grundentschlüsselung) und den Zielen der Teilprojekte bzw. der angewandten Forschung unterschieden wurde. Das übergeordnete Ziel „ökosystemare Grundentschlüsselung“ wurde als zu theoretisch, zu umfassend und nicht finanzierbar bezeichnet. Bei der Durchführung der vier Teile des Vorhabens wurde dieses Ziel auf finanzierbare Teilfragen reduziert, die nach Einschätzung der Befragten überwiegend realisierbar waren. Es wurde geäußert:

- Eine Grundentschlüsselung dieses Systems ist aufgrund der zeitlichen und räumlichen Variabilität in den zur Verfügung stehenden drei Messphasen nicht zu leisten. Dazu wären andere zeitliche Dimensionen und weiterführende Ansätze wie z.B. Modellierungen des gesamten Systems erforderlich gewesen.
- Die von Leuschner (1989) vorgesehenen Untersuchungen von der Ebene der Bakterien bis zu den Seehunden war jenseits einer realistischen Finanzierungsmöglichkeit. So wurden spezifische Fragestellungen formuliert, die den finanziellen Möglichkeiten entsprachen und abgesehen von wenigen Einzelzielen auch erreicht wurden.
- Im niedersächsischen Teilvorhaben ist die ökosystemare Grundentschlüsselung eher als idealistisches übergeordnetes Ziel aufgefasst worden, das als Orientierungshilfe für die durchzuführende Ökosystemforschung dienen sollte. Bei entsprechender finanzieller Ausstattung wäre es jedoch realisierbar gewesen.
- Ökosystemare Grundentschlüsselung war ein zu unpräzises Ziel.

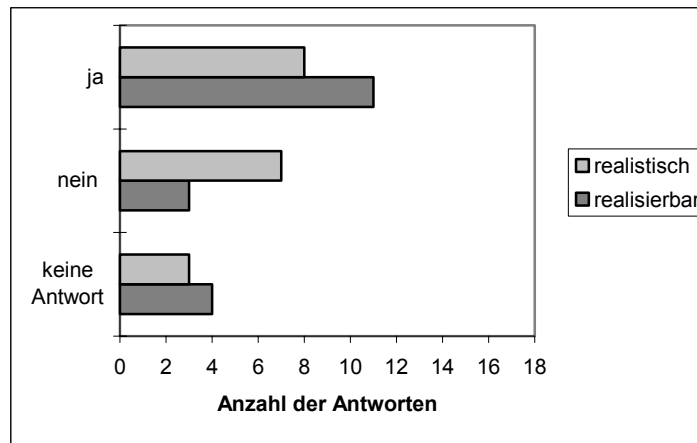


Abbildung 5.3: Waren die ursprünglichen Projektziele realistisch und realisierbar? (n=18)

Die Einschätzung, dass die Ziele der angewandten Forschung realistisch und realisierbar waren, wurden mit folgenden Aussagen begründet:

- Der Synthesebericht des schleswig-holsteinischen A-Teils wurde termingerecht fertiggestellt. Dies belegt die Realisierbarkeit der Ziele und Vorstellungen der Konzeption für den angewandten Teil.
- Die Projektziele waren auf der Ebenen der Teilprojekte sehr anwendungsbezogen und konkret. Daher wurden sie z.T. schon nach einem Jahr Forschung in Verwaltungshandeln umgesetzt.
- Zum Teil wurden Ergebnisse erarbeitet, die über die von Leuschner formulierten Ansätze z.B. im Bereich Monitoring, Fernerkundung, Salzwiesenschutzkonzept hinausgingen.
- Aus finanziellen Gründen war in Niedersachsen eine Beschränkung auf das eigentliche Watt erforderlich. Dünen und Inseln wurden entgegen der ursprünglichen Forschungsplanung nicht berücksichtigt. Die daraus resultierenden Ziele für die Teilprojekte waren realistisch und sind auch überwiegend realisiert worden.

5.2.2 Projektmanagement

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Antworten aus den Interviews zum Ablauf der Ökosystemforschung Wattenmeer und zur Bewilligung des Vorhabens in vier Teilen dargestellt.

Länge der Projektphasen

Die Länge der Vorlaufphasen wurde von etwas mehr als der Hälfte der Befragten als zu kurz und von einem Viertel als angemessen beurteilt (Abb. 5.4). Eine längere Vorlaufphase wurde insbesondere für die Projektplanung, die Installation von Informationstechnik und GIS sowie für grundsätzliche vorbereitende Untersuchungen gefordert. Die Länge der Erhebungsphasen wurde von der Hälfte der Befragten als ausreichend und von einigen als für manche Teilprojekte oder als generell zu kurz betrachtet. Die Auswertungsphasen wurden von der Hälfte der Befragten als für einige Teilprojekte oder generell zu kurz und von einigen als angemessen

beurteilt. Die Teilsynthesen wurden von der Hälfte der Befragten als generell oder für einige Teilprojekte zu kurz beurteilt. Folgende Begründungen wurden genannt:

- die Synthese ist eine anspruchsvolle Aufgabe und ein langwieriger Prozess
- der erforderliche Aufwand zur Vernetzung der Ergebnisse und Ableitung umsetzungsrelevanter Ergebnisse war unterschätzt worden
- auch die Gesamtsynthese beleuchtet nur Teilaspekte des Vorhabens.

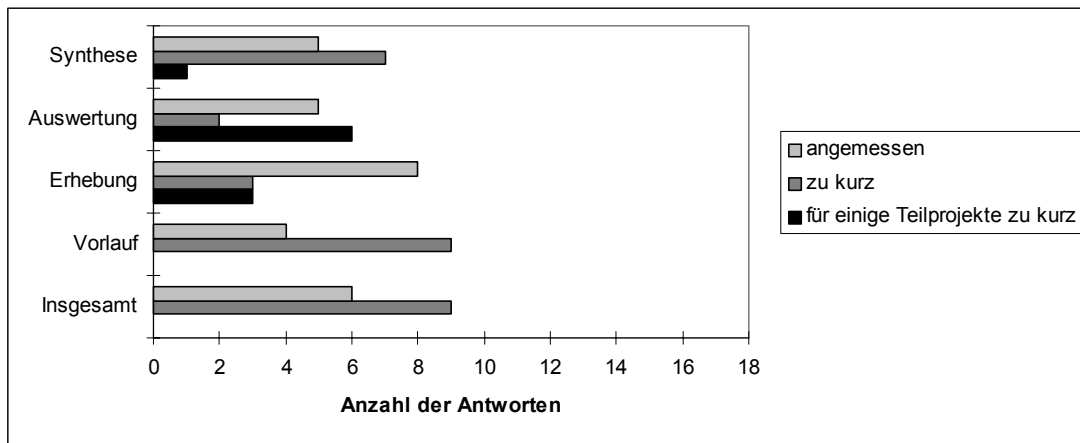


Abbildung 5.4: War die zeitliche Länge der einzelnen Projektschritte (Vorlauf, Erhebung, Auswertung, Synthese) angemessen? (n=16)

Die Gesamtlaufzeit der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde von einigen der Interviewten als angemessen und von rund der Hälfte als zu kurz bewertet (Abb. 5.4). Diese Meinung ist im wesentlichen in der Beurteilung der Länge von Vor- und Synthesephase begründet. Weitere Äußerungen waren:

- Veränderungen in einem System mit großen natürlichen Schwankungsbreiten und hoher Dynamik wie das Wattenmeer können nicht in drei bis fünf Jahren erfasst werden
- es gibt immer einige Teilprojekte, denen aufgrund unvorhergesehener Umstände (z.B. Wetter, Personalwechsel) oder aufgrund des wissenschaftlichen Anspruchs die Zeit zu kurz ist.

Gleichzeitiger Beginn aller Teilprojekte

Ein gleichzeitiger Beginn aller Projekte wurde von der Mehrzahl der Interviewten als nicht sinnvoll erachtet, z.T. sogar als konzeptioneller Fehler bezeichnet (Abb. 5.5). Ein Viertel äußerte, dass dies von den Aufgaben der Teilprojekte abhängt. Insgesamt fanden somit die meisten Befragten eine gestaffelte Anlaufphase günstiger (siehe auch „Länge der Projektphasen“). Als Beispiele für Projekte, die vor den übrigen Teilprojekten bereits eingerichtet und funktionsfähig sein sollten, wurden Dienstleistungsprojekte wie z.B. GIS und Datenverarbeitung genannt. Auch Bestandsaufnahmen und Grundlagenkartierungen sollten nach Meinung der Befragten vor weiteren Felduntersuchungen und Freilandexperimenten abgeschlossen sein. Ebenso

wurde ein Vorlauf für die Steuergruppen für die Einarbeitung gefordert. Andererseits hat sich laut Interviews bewährt, dass die experimentell oder zu den speziellen Fragestellungen des jeweiligen Bereiches arbeitenden Teilprojekte parallel gelaufen sind und ihr Probennahmedesign zu Beginn mit den Statistikern durchgesprochen wurden.

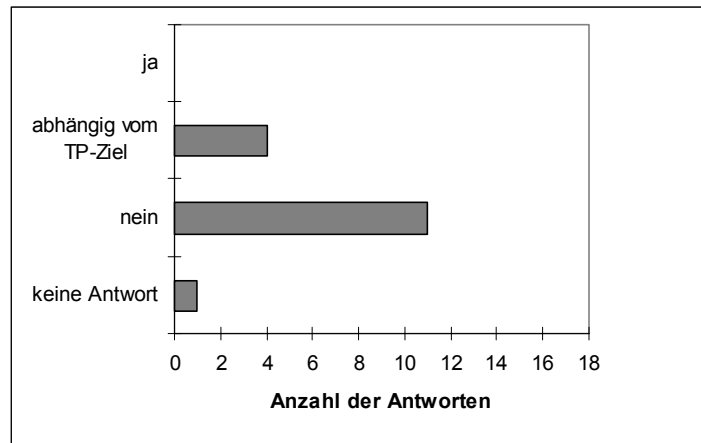


Abbildung 5.5: Ist es sinnvoll, alle Teilprojekte gleichzeitig beginnen und nebeneinander laufen zu lassen? (n=16)

Als wünschenswert wurde erachtet, dass beim Auftreten neuer Fragen im Verlauf der Arbeiten das Einsetzen von neuen Teilprojekten möglich sein sollte, ebenso wie die Kürzung der Laufzeit von Teilprojekten, die nicht den erwarteten Beitrag zu einer Gesamtsynthese leisten können. Als ideale Form der Ökosystemforschung wurde von einigen Interviewten eine Kerngruppe erfahrener Experten angesehen, die 10 bis 15 Jahre kontinuierlich arbeiten, in einer Art Projektentwicklungsphase präzise Vorarbeiten leisten und dann nach und nach Schwerpunkte und Fragestellungen aufgreifen könnten.

Bedeutung der Vorphasen

Die Beurteilung der Vor- bzw. Pilotphasen hinsichtlich der administrativen und der wissenschaftlichen Bedeutung variierte stark (Abb. 5.6). Unter administrativen Gesichtspunkten wurde die Aufteilung in Vor- und Hauptphase von über der Hälfte der Befragten negativ beurteilt. Begründet wurde diese Einschätzung folgendermaßen: Durch die Auftrennung von Vor- und Hauptphase in eigene Projekte mit einer zeitlichen Lücke in der Finanzierung sind Wissenschaftler aus den Teilprojekten und aus den Steuergruppen ausgeschieden. In Niedersachsen musste sogar die gesamte Steuergruppe neu installiert werden. Dies hat im niedersächsischen angewandten Teil den inhaltlichen Bruch zwischen den beiden Phasen begünstigt.

Unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten wurden die Vorphasen von über der Hälfte der Befragten positiv beurteilt und folgende Aussagen gemacht: Eine Vorphase war für ELAWAT sinnvoll, um für die grob umrissenen Themenkomplexe Methoden zu erarbeiten, Literaturrecherchen durchzuführen. Sie hat der inhaltlichen Fokussierung der Hauptphase gedient. Allerdings fehlte eine zentrale Koordinierung der Vorphase, da die Teilprojekte als Einzelprojekte bewilligt worden waren. In SWAP konnte die Effektivität der Arbeiten in der Hauptphase

durch die Erprobung von Methoden in der Vorphase deutlich gesteigert werden. Die Vorphase war aber noch zu kurz.

Die negative Beurteilung der Vorphasen unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten durch zwei Befragte wurde folgendermaßen begründet: Die Vorphase im niedersächsischen angewandten Teil hatte nicht den erwarteten positiven Effekt auf die anschließende Hauptphase, da sie nicht alles erforderliche Basiswissen für die Hauptphase geliefert hat. Viele Teilprojekte der Vorphase wurden in der Hauptphase nicht weitergeführt. Das Teilprojekt „Theoretische Grundlagen“ abzubrechen, wurde als Fehler angesehen.

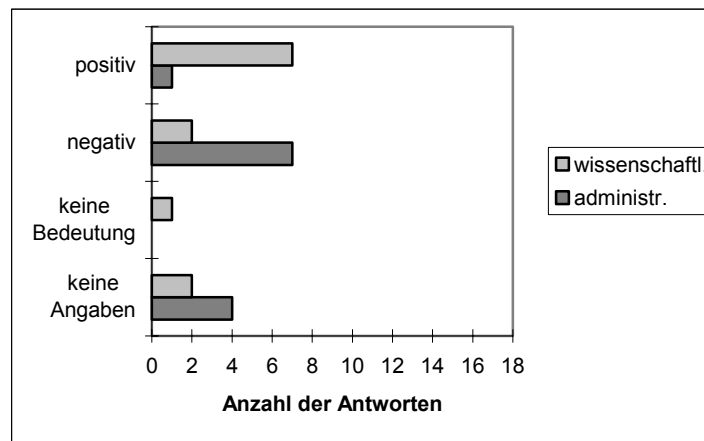


Abbildung 5.6: Welche Bedeutung hatten die Vor-/Pilotphasen aus wissenschaftlicher Sicht und wie wird die erfolgte Unterteilung in jeweils eigene administrative Projekte beurteilt? (n=12, Erläuterung siehe Text)

Die Anzahl von nur 12 Befragten erklärt sich dadurch, dass es im A-Teil Schleswig-Holstein keine eigenständige Vorphase gegeben hat. Für das GIS (Einrichtung, Testlauf und Grundlagenkartierung) wurde sie im nachhinein jedoch als notwendig erachtet.

Folgende z.T. widersprüchliche Empfehlungen für eine Vorphase wurden in den Interviews gegeben:

- Sie könnte als Probelauf für das Projektmanagement dienen.
- Sie sollte in die Laufzeit der einzelnen Teilprojekte integriert werden, um effektiver auf die Projektziele ausgerichtet zu sein.
- Sie sollte länger sein.

Anstelle einer Vorphase mit mehreren Teilprojekten sollte die Steuergruppe in einer Projektdefinitionsphase zwei Jahre vorarbeiten, Probleme analysieren und dann die Hauptphase planen.

Aufteilung der grundlagenorientierten und angewandten Forschung in eigene administrative Projekte

Die Zusammenarbeit zwischen den jeweiligen grundlagenorientierten und angewandten A- und B-Teilen wurden von wenigen Befragten als gut, von einigen als auf einzelne Teilprojekte be-

schränkt und von einigen als schlecht oder nicht erfolgt eingestuft (Abb. 5.7). Es wurde darauf hingewiesen, dass in der niedersächsischen Programmkonzeption eine Aufteilung der angewandten und grundlagenorientierten Forschung in eigenständige Teile mit getrennter administrativer Betreuung nicht vorgesehen war und auch heute nicht als notwendig erachtet wird. Da von Bundesseite BMBF und BMU das Projekt finanzierten, wurde sie aus administrativen Gründen erforderlich. Zudem legte der BMBF großen Wert auf die Eigenständigkeit der von ihm finanzierten grundlagenorientierten Forschung. Dagegen wurde von Befragten aus Schleswig-Holstein betont, dass dort keine enge Zusammenarbeit zwischen den beiden Bereichen vorgesehen war. Die Aufteilung auf insgesamt vier administrative Vorhabensteile und der dadurch entstandene zeitliche Verzug zwischen diesen Teilen (siehe Kap. 4) wurde als wesentlicher Grund bezeichnet für die kaum erfolgte inhaltliche Abstimmung, sowohl zwischen grundlagenorientierter und angewandter Forschung als auch zwischen den beiden Ländern. Als Alternative wurde ein „Geldgeberkonsortium“ aus den beiden Bundesressorts BMBF, BMU und den Ländern mit gemeinsamen Gutachtergremium und eine Mittelvergabe ohne administrative Aufteilung vorgeschlagen. Als weitere Gründe für die wenig ausgeprägte inhaltliche Zusammenarbeit zwischen den A- und B-Teilen sowie den beiden Ländern wurde genannt, dass

- die vier Teile des Vorhabens ganz unterschiedliche thematische Ausrichtungen hatten,
- es im schleswig-holsteinischen Teilvorhaben kaum eine räumliche Überlappung der Untersuchungsgebiete der grundlagenorientierten und angewandten Forschung gab,
- dass einige Wissenschaftler der grundlagenorientierten Projekte nicht an angewandter Forschung und an der Umsetzung ihrer Ergebnisse in Schutz- und Managementmaßnahmen interessiert und entsprechend nicht zu einer Zusammenarbeit bereit waren und
- bereits jeweils innerhalb der vier Teile eine Projektgröße erreicht war, die an die Grenze dessen stieß, was sich noch mit vertretbarem Aufwand koordinieren ließ.

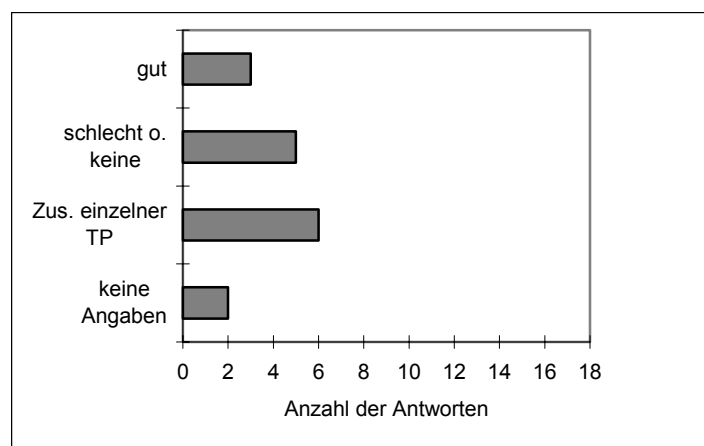


Abbildung 5.7: Wie beurteilen Sie die Zusammenarbeit zwischen A- und B-Teil? (n=16)

Obwohl sich die inhaltliche Zusammenarbeit auf einen Informationsaustausch beschränkte, bewerteten die Befragten den Kontakt zwischen den grundlagenorientierten und den angewandten Teilen und zwischen den Ländern als gut. Er erfolgte auf der Ebene der Steuergruppe

zwischen A- und B-Teil sowie auf den Koordinierungstreffen zwischen den Ländern. Zwischen den Teilprojekten gab es länderübergreifende Kontakte auf den Symposien. Darüber hinaus tauschten sich einige wenige Teilprojekte über verwendete Methoden aus (z.B. Ornithologie, Fischereibiologie). Im niedersächsischen und im schleswig-holsteinischen Teilvorhaben gab es außerdem einzelne Teilprojektleiter, die im grundlagenorientierten und im angewandten Teil tätig waren sowie punktuelle Zusammenarbeit einzelner Teilprojekte aus den A- und B-Teilen.

Gegensteuerung bei Problemen mit dem Zeitplan

Auf die Frage, wie gegen zu steuern sei, wenn der Zeitplan nicht eingehalten werden kann, äußerte die Hälfte der Befragten, dass inhaltliche Abstriche zu machen sind und jeweils zwei Personen, dass Aufgaben umzuverteilen bzw. das Projekt zu verlängern oder aufzustocken ist (Abb. 5.8). Weitere Äußerungen waren: Im Gesamtprojekt kann kaum gegen gesteuert werden. Bei Witterungs- oder persönlichen Gründen ist man machtlos. Hier ist es Aufgabe des Teilprojektleiters, die Inhalte an die Realität anzupassen. Ggf. müssen einzelne Teilprojekte sogar abgebrochen werden.

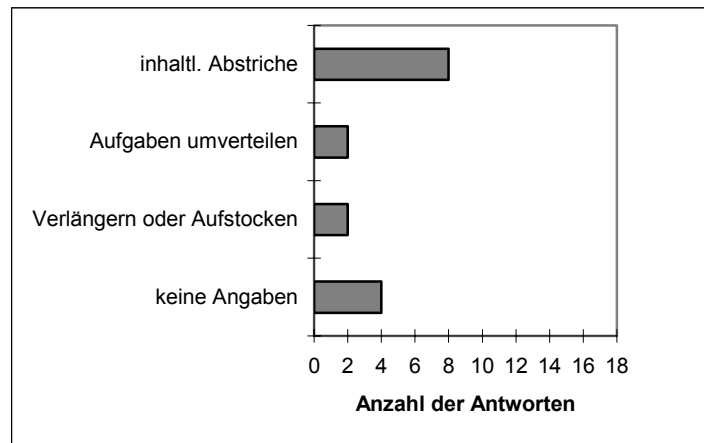


Abbildung 5.8: Wie kann gegengesteuert werden, wenn der Zeitplan nicht einzuhalten ist? (n=16)

Einige wenige Befragte plädierten für stärkere Eingriffsmöglichkeiten von Seiten der Projektleitung und Steuergruppe, gaben jedoch zu bedenken, dass dies zu Lasten eines guten Arbeitsklimas gehen könnte. In den Interviews wurde mehrfach geäußert, dass in jedem großen Forschungsvorhaben bei einigen Teilprojekten Probleme mit der termingerechten Abgabe von Berichten auftreten. Für die Ökosystemforschung Wattenmeer wurde dies auf verschiedene Ursachen zurückgeführt, wie vorgezogene Syntheseleistungen (Beiträge zum trilateralen Monitoring und Qualitätszielen), zu kurze Auswertungsphasen oder Verzögerungen bei den Auswertungen, zusätzliche Aktivitäten im Eiswinter und zu den schwarzen Flächen in ELAWAT sowie persönliche Gründe. Des weiteren wurde darauf hingewiesen, dass viele Teilprojekte auch der Qualifikation der Mitarbeiter dienten, die Stellen mit Doktoranden besetzt waren und z.T. die teilprojektinterne Kontrolle durch den verantwortlichen Leiter vernachlässigt wurde. Aufgrund der befristeten Beschäftigung waren die Mitarbeiter außerdem gezwungen, sich in der Projektlaufzeit um ihre berufliche Zukunft zu kümmern.

Änderung von Zielsetzungen im Verlauf des Projektes und deren Auswirkungen

Die Interviews ergaben, dass aktuelle politische Anforderungen nicht zu Änderungen der Zielsetzungen des Verbundvorhabens geführt haben. Die Anfragen nach Vorschlägen für ein trilaterales Monitoringkonzept sowie die Benennung von Qualitätszielen zu einem Zeitpunkt, als in Niedersachsen die Hauptphase begann, bzw. in Schleswig-Holstein die Teilprojekte die Felderhebungen noch nicht abgeschlossen hatten, zwangen die Bearbeiter zu einem sehr frühen Zeitpunkt Leistungen zu erbringen, die erst für die Synthesephase vorgesehen waren. Dies führte dazu, dass z.B. das Teilprojekt Qualitätsziele nicht optimal lief, da noch keine entsprechenden Ergebnisse von Seiten der übrigen Teilprojekte vorlagen. Anfragen zu aktuellen Problemen, wie z.B. schnellfahrende Ausflugschiffe, Windkraft oder Strandbefahrung St. Peter Ording, haben die Teilprojekte nur kurzfristig beschäftigt. Derartige Anforderungen führten zu einer gewissen Mehrarbeit, förderten aber den Praxisbezug und wurden z.T. sogar als hilfreich empfunden.

Wesentliche Änderungen der Zielsetzungen der vier Teile des Vorhabens aus wissenschaftlichen Gründen waren nicht erforderlich. In ELAWAT wurde das Untersuchungsprogramm aus wissenschaftlichen Gründen geändert. Statt drei Benthosgemeinschaften jeweils ein Jahr zu untersuchen, wurden die Arbeiten über drei Jahre auf die Lanice-Gemeinschaft konzentriert. Die zusätzlich durchgeführten Untersuchungen im Eiswinter 1996 waren keine Änderung der Zielsetzung sondern eine sinnvolle Ergänzung.

Einsatz von Leitfragen in den Teilsynthesen

Von der Mehrzahl der befragten Personen wurde die Arbeit mit Leitfragen in den Teilsynthesen als hilfreich eingeschätzt (Abb. 5.9). Ihr Stellenwert innerhalb der vier Projektteile wurde von den Befragten unterschiedlich gesehen. Sie dienten der gedanklichen Initialzündung in der Anfangsphase der Teilprojekte, der Verdeutlichung übergeordneter Projektziele, der inhaltlichen Ausrichtung von Teilsyntheseberichten oder waren konkrete Hilfsmittel zur Erstellung der schleswig-holsteinischen Grundlagen eines Nationalparkplans.

Kritisiert wurde von zwei der Befragten, dass die Leitfragen zu spät im Verlauf der Projekte formuliert wurden, nicht griffig genug waren und dadurch die Arbeit damit z.T. schwierig war.

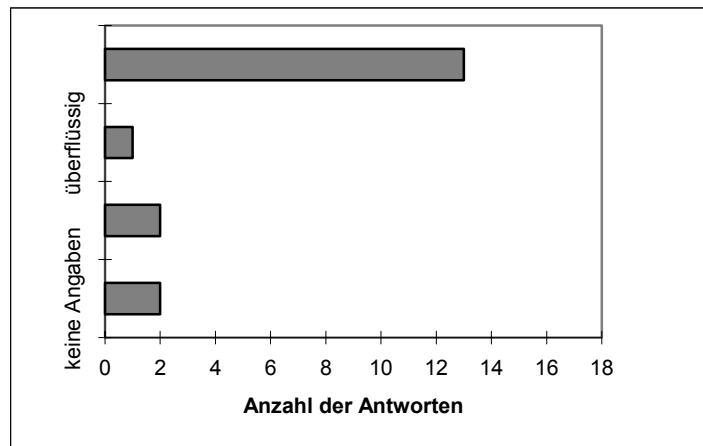


Abbildung 5.9: War eine Aufstellung und anschließende Abarbeitung der Leitfragen hilfreich für die Teilsynthesen? (n=18)

5.2.3 Koordinierung

Steuergruppen

In diesem Kapitel werden die Antworten auf mehrere Fragen zu den Steuergruppen zusammengefasst (Fragen 2, 2a, 3, 4 und 11, siehe Anhang 11.4).

Die personelle Ausstattung der Steuergruppe wurde von rund der Hälfte der Befragten als ausreichend, von einigen als in bestimmten Bereichen nicht ausreichend und von einer Person als nicht ausreichend angesehen (Abb. 5.10). In folgenden Bereichen wurde die personelle Ausstattung der Steuergruppen als nicht ausreichend angesehen:

- Im Bereich der Datenaufbereitung für das WATiS wäre in der Steuergruppe eine weitere Person erforderlich gewesen, um die Teilprojekte bei dieser Aufgabe zu unterstützen.
- Sekretariatsaufgaben, die die Steuergruppe selbst erledigen musste, gingen zu Lasten der inhaltlichen Arbeit.
- Da zusätzlich zur Koordinierung der Ökosystemforschung Anforderungen aus der Nationalparkbehörde kamen (Stellungnahmen, Tagesgeschäft), war die personelle Ausstattung knapp.
- Es gab personelle Defizite bei der Öffentlichkeitsarbeit.
- Die Streichung des Teilprojektes Öffentlichkeitsarbeit im niedersächsischen A-Teil aus finanziellen Gründen führte zu einer erheblichen Mehrbelastung der Steuergruppe und einiger Teilprojekte.

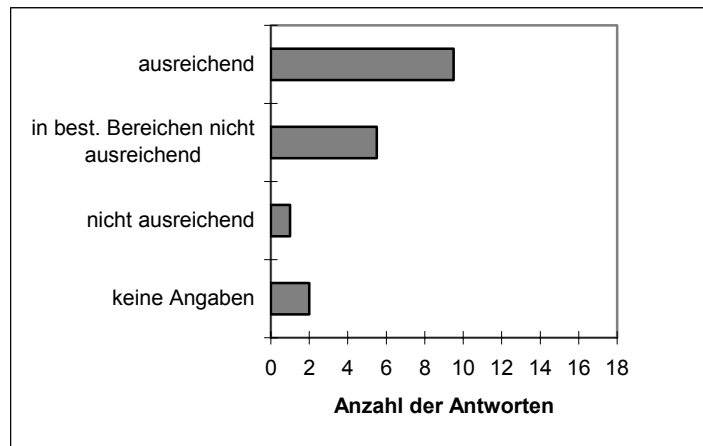


Abbildung 5.10: War die Steuergruppe personell ausreichend ausgestattet? (n=18)

Die Finanzierung der Steuergruppen durch Projektmittel führte in allen vier Projektteilen zu Personalfluktuationen, in Niedersachsen sogar zu einer vollständigen Auswechslung der Steuergruppe zwischen Vor- und Hauptphase. Trotz bestmöglicher Integration der Nachfolger in die Gruppe entstanden Reibungsverluste. Erschwerend kam hinzu, dass sich die Steuergruppenmitglieder aufgrund dieser Finanzierungsart um eine andere dauerhafte Anstellung kümmern mussten.

- Die Mehrheit der Befragten war der Meinung, dass die Aufgaben der Steuergruppen bereits zu Beginn ihrer Tätigkeit zum Teil oder insgesamt definiert waren, einige wenige verneinten dies (Abb. 5.11). Folgenden Äußerungen wurden gemacht:
- die Aufgaben der Steuergruppen waren in den beiden Programmkonzeptionen unterschiedlich genau vorgegeben: In Schleswig-Holstein (Leuschner 1989) waren sie genauer definiert als in Niedersachsen (ARSU 1989). In den angewandten Teilen war sie zu Projektbeginn genauer definiert als in den grundlagenorientierten Teilen.
- Hilfreich für die Arbeit der Steuergruppe wäre eine eindeutige Festlegung ihrer Kompetenzen gegenüber den Teilprojekten und zu Anfang eine konkrete Aufgabenzuweisung durch die Projektleitung gewesen.
- Unklar war auch, welcher inhaltliche, wissenschaftliche Input von den Steuergruppen erwartet wurde.

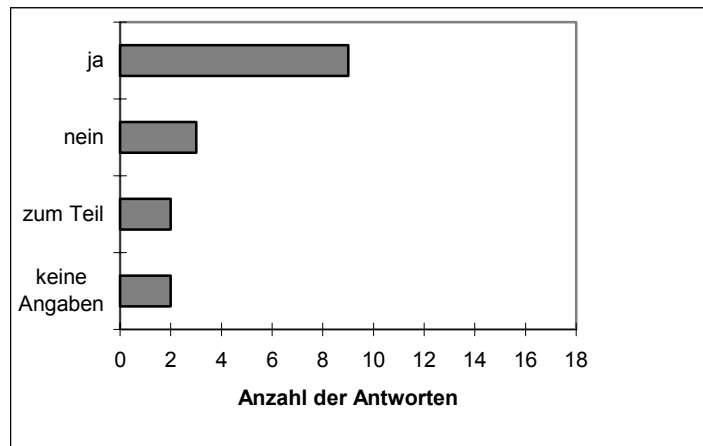


Abbildung 5.11: Waren zu Beginn des Projektes die Aufgaben der Steuergruppe definiert? (n=16)

Laut Interviewaussagen hat sich im Verlauf der Ökosystemforschung in einigen der vier Teile des Vorhabens die Rolle und Aufgabe der Steuergruppenmitglieder gewandelt. Da sie überwiegend im Projektmanagement unerfahren waren, mussten sie zunächst Erfahrungen im Umgang mit den Wissenschaftlern der verschiedenen Projektebenen sammeln. In der Felderhebungsphase dominierten die koordinierenden Tätigkeiten wie Zusammenführung und Unterstützung der Teilprojekte. Die Steuergruppen mussten mehr Arbeit als vorgesehen aufwenden, um Zusammenarbeit und gemeinsame Probennahmen der Teilprojekte zu initiieren. Gegen Ende dieser Phase war stärkerer Druck auf die Teilprojekte erforderlich, um Berichte fristgerecht zu erhalten. In den Synthesephasen überwogen die inhaltlichen und bewertenden wissenschaftlichen Arbeiten. In Niedersachsen trat durch die Ansiedlung der Koordinatorin von ELAWAT im TERRAMARE eine räumliche Trennung der Mitglieder der Steuergruppe auf. Sie wurde überwiegend nicht als negativ angesehen. Es wurde aber auch die Meinung vertreten, dass dadurch die Trennung von grundlagenorientierter und angewandter Ökosystemforschung noch verstärkt wurde und daher ein gemeinsamer Standort günstiger sei.

Einbindung der Steuergruppen in Nationalparkbehörden

Die Ansiedlung der Steuergruppen in den Nationalparkbehörden wurde von der Mehrzahl der Befragten als überwiegend bzw. ausgesprochen positiv und von einigen als negativ bewertet (Abb. 5.12). Die positiven Einschätzungen wurden folgendermaßen begründet: Die Steuergruppe fungierte als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Verwaltung. Sie transportierte die Anforderungen der Verwaltung in die Teilprojekte und vermied auf diese Weise Missverständnisse und Schwierigkeiten. Dadurch war eine bessere Verwendbarkeit der Ergebnisse nicht nur der angewandten, sondern auch der grundlagenorientierten Forschung für die Verwaltung und das Einfließen von Forschungsergebnissen in politische Prozesse gewährleistet. Die Behörde bot der Steuergruppe eine gute Infrastruktur. In Schleswig-Holstein war in der Synthesephase sogar eine personelle Verstärkung der Synthesegruppe durch Personal der Nationalparkbehörde möglich. Die Mitglieder der Steuergruppen hatten Einblick in Abläufe und Entscheidungen der Nationalparkbehörde und Zugang zu Daten. Beides hätten sie als externe Wissen-

schaftler nicht gehabt. So war die Erstellung eines Wattenmeeratlases nur durch die Ansiedlung von Steuergruppe und GIS in den Nationalparkbehörden möglich. Im Gegenzug fungierten die Mitglieder der Steuergruppe für die Nationalparkbehörden als zusätzliche Wattenmeerexperten. Bei Informationsveranstaltungen wurde auf den wissenschaftlichen Sachverstand der Steuergruppen zurückgegriffen. Außerdem unterstützten die zahlreichen in der Ökosystemforschung Wattenmeer vertretenen Disziplinen die Arbeit der Behörde.

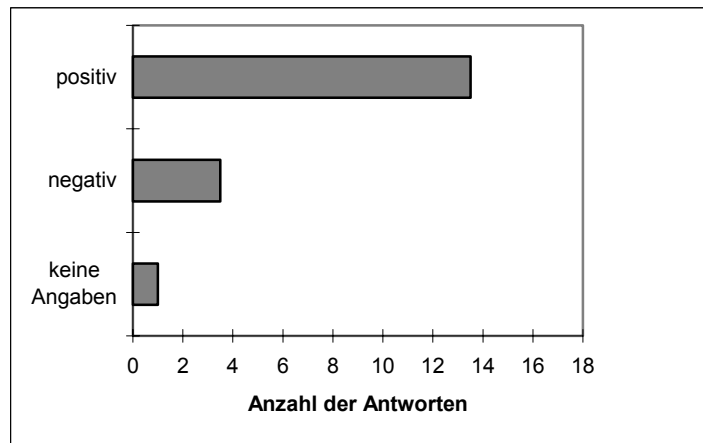


Abbildung 5.12: Wie beurteilen Sie die Einbindung der Steuergruppe in eine Nationalparkbehörde? (n=18)

Bei grundsätzlich positiver Beurteilung der Einbindung der Steuergruppen in die Nationalparkbehörden wurden aber auch einige Nachteile genannt: Außenstehende vertraten z.T. die Meinung, dass eine Behörde grundsätzlich kein wissenschaftliches Projekt leiten sollte, da damit potentiell die Freiheit der Wissenschaft beeinträchtigt werden könnte. Die Naturschutzverbände in Niedersachsen haben die Ansiedlung der Steuergruppe in der Nationalparkbehörde ebenfalls kritisiert, während in Schleswig-Holstein die Verbände mit eigenen Teilprojekten an der Ökosystemforschung beteiligt waren. Außerdem wurde kritisiert, dass ein Teil der Arbeitskraft durch das Routinegeschäft einer Behörde und deren Aufgaben gebunden wurde. Sodann waren die Mitglieder der Steuergruppen als Angestellte einer Behörde bei öffentlichen Meinungsäußerungen weisungsgebunden. Für die öffentliche Diskussion von Managementvorschlägen der Ökosystemforschung wäre eine Trennung zwischen der Erstellung des wissenschaftlichen Gutachtens und der umsetzenden Behörde hilfreich gewesen.

Durch einige Befragte wurde die Einbindung der Steuergruppen in eine Nationalparkbehörde überwiegend negativ begründet:

- Aufgrund der unflexiblen Verwaltungsstrukturen war sie eher hinderlich für die Koordinierung eines Forschungsvorhabens.
- Ein Teil der Arbeitskraft wurde für Aufgaben der Nationalparkbehörde eingesetzt.
- Status und Stellenwert der Steuergruppe in der Verwaltungshierarchie waren nicht klar.
- Die Verwaltung hatte weder Interesse an, noch Verständnis für die Arbeit der Steuergruppe. Sie wurde als Fremdkörper angesehen.

Allerdings wurden auch bei dieser negativen Beurteilung einige positive Aspekte gesehen, z.B. dass die Mitglieder der Steuergruppe Verwaltungserfahrung erworben haben und die Behörde von der Expertise der Mitglieder der Steuergruppen profitiert hat.

Zusammenarbeit zwischen Steuergruppen und Teilprojekten

Die Zusammenarbeit zwischen den Steuergruppen und den Teilprojekten wurde von der Mehrheit der Befragten überwiegend als fachlich und auf der menschlichen Ebene gut und von einem Viertel als nur bei einem Teil der Teilprojekte als gut beurteilt (Abb. 5.13). Die positive Einschätzung wurde folgendermaßen begründet: Fördernd für eine gute Zusammenarbeit war die Teilnahme von Mitgliedern der Steuergruppen an Probennahmen und Arbeitsgruppensitzungen,

Besuche bei den Teilprojekten in ihren Instituten,

die Durchführung von Seminaren und Vollversammlungen. Die Seminare hatten außerdem den Effekt, dass sie den Mitarbeitern die inhaltlichen Vernetzungen der Teilprojekte verdeutlichten.

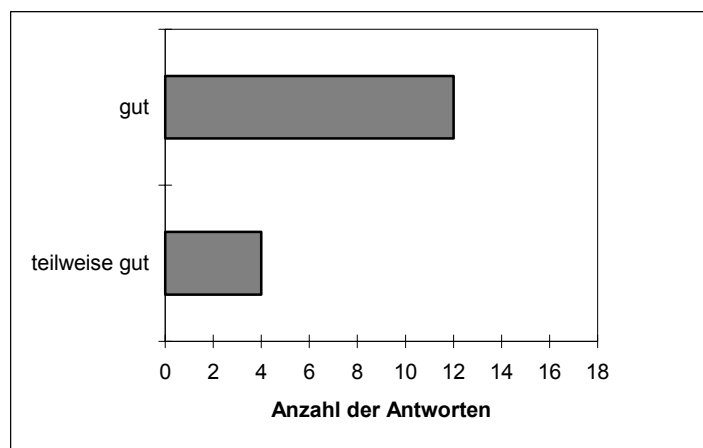


Abbildung 5.13: Wie war die Zusammenarbeit Steuergruppe /Teilprojekte? (n=16)

Die Ausnahmen einer weniger guten Zusammenarbeit zwischen einzelnen Teilprojekten und Steuergruppe wurden darauf zurückgeführt, dass einige Wissenschaftler auf ihre fachspezifischen Interessen fixiert waren. Sie wollten sich nicht den Vorhabenszielen unterordnen und haben der Steuergruppe die Fachkompetenz abgesprochen, ihre Arbeit zu verstehen. Außerdem war die Forderung an die Teilprojekte, ihre Daten an WATiS abzuliefern, eine gewisse Belastung für eine gute Zusammenarbeit.

Koordinierungsaufwand im Verhältnis zu den erzielten Ergebnissen?

Der Koordinierungsaufwand in der Ökosystemforschung Wattenmeer im Verhältnis zu den erzielten Ergebnissen wurde von rund der Hälfte der Interviewten als angemessen und von knapp einem Drittel als hoch eingeschätzt (Abb. 5.14). Allerdings wurde angeführt, dass der Zeitaufwand für projektinterne Veranstaltungen, die der interdisziplinären Zusammenarbeit dienten, für manche Teilprojekte so hoch war, dass die Zeit für andere Aufgaben knapp war

und einige Fragen offen geblieben sind. Die Teilnahme an Veranstaltungen, die der Koordinierung dienten, war für die Teilprojekte eine zusätzliche Belastung, die aber durch Kontakte, gemeinsame Probennahmen, Ergebnisaustausch und aufeinander bezogene Ergebnisse ausgeglichen wurde.

Es wurde außerdem darauf hingewiesen, dass die Vernetzung der Teilprojekte deren Freiheit einschränkte. Schwerpunktverlagerungen oder das Weglassen geplanter Versuche sind u.U. nicht möglich, weil andere Teilprojekte auf die Ergebnisse angewiesen sind. Andererseits wurde angeführt, dass die Ökosystemforschung Wattenmeer Fragen beantwortet hat, die ein einzelner Wissenschaftler nicht hätte bearbeiten können.

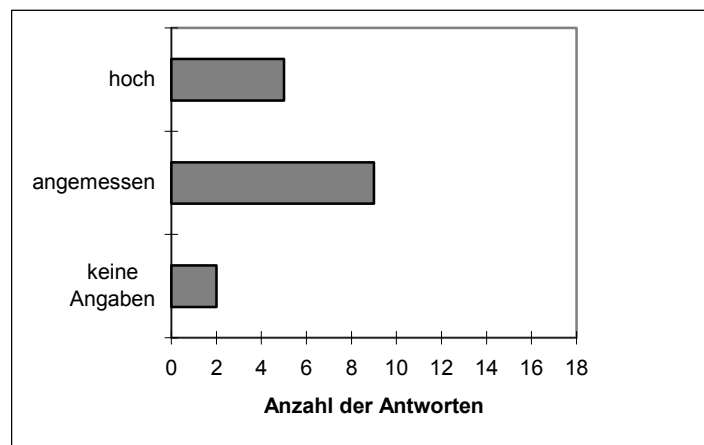


Abbildung 5.14: Wie wird der Koordinierungsaufwand im Verhältnis zu den resultierenden Ergebnissen eingeschätzt? (n=16)

Im Bereich Öffentlichkeitsarbeit wäre nach Einschätzung einiger Befragter ein weit stärkerer Koordinierungsaufwand erforderlich gewesen, um die Akzeptanz der Ergebnisse zu erhöhen. Der Transport der Ergebnisse in Management und Politik sei sehr aufwendig, aber unumgänglich.

Rolle der Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer

Die Einschätzung der Rolle der Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer innerhalb der Ökosystemforschung variierte von „wichtig“ über „hilfreich“ bis „ohne Bedeutung“ (Abb. 5.15). Positiv wurden die von der Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer durchgeführten Koordinierungstreffen zwischen den Steuergruppen der beiden Länder beurteilt, obwohl sie kaum zu einer inhaltlichen Koordination der Arbeiten geführt haben, sondern eher der gegenseitigen Information dienten. Für eine erfolgreiche Koordinierung der Ökosystemforschung wurde die räumliche Ansiedlung in Berlin im Umweltbundesamt als hinderlich empfunden (vorgeschlagene Alternative: Hamburg). In diesem Zusammenhang wurde kritisiert, dass die Mitarbeiter der Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer zwar als Vertreter des Umweltbundesamtes auftraten, aber keine Befugnisse hatten, wichtige Entscheidungen zu treffen. Die Aufgaben der Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer waren nicht klar

definiert und eine Festlegung ihrer Aufgaben gemeinsam mit den an der Ökosystemforschung Wattenmeer beteiligten Ländern war nicht erfolgt.

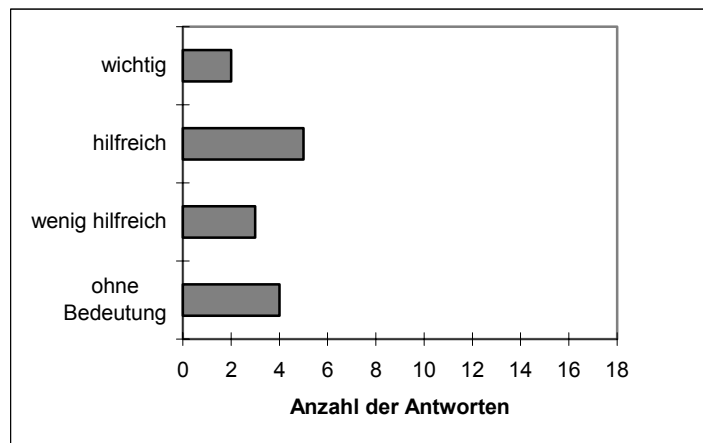


Abbildung 5.15: Wie beurteilt die Steuergruppe die Rolle der GÖW? (n=14)

Des weiteren wurde darauf hingewiesen, dass der Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer für eine erfolgreiche Koordinierung die Zuständigkeit für die vom BMBF finanzierten grundlagenorientierten B-Teile fehlte. Außerdem hätte die Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer, um eine integrierende Rolle einnehmen zu können, bereits an der Erstellung der Programmkonzeptionen beteiligt sein müssen. Die wäre nur durch fest angestellte Mitarbeiter beim Umweltbundesamt oder beim Projektträger des BMBF realisierbar gewesen. Schließlich wurde noch bemängelt, dass die Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer ursprünglich als übergeordnete Koordinierungseinrichtung für alle Ökosystemforschungsvorhaben des BMU geplant war, tatsächlich aber nur für die Ökosystemforschung Wattenmeer tätig war.

Als wichtig wurde die Rolle der GÖW als Ansprechpartner im Umweltbundesamt erachtet, insbesondere bei Finanzierungsproblemen, Verlängerungen und der allgemeinen Projektbegleitung. Gewissermaßen als „Außenstehende“ konnte die GÖW auf Ungereimtheiten innerhalb der Projekte aufmerksam machen und hatte eine gewisse Kontrollfunktion. Die Beurteilung von Abschlußberichten der angewandten Ökosystemforschung wurde dagegen nur teilweise positiv bewertet, von einzelnen Befragten als störende Einmischung und Anmaßung von Kompetenz gesehen.

Beirat

Rückblickend wurde ein Beirat für die Ökosystemforschung Wattenmeer von der Hälfte der Befragten als hilfreiche Einrichtung und von rund einem Drittel als nicht erforderlich angesehen (Abb. 5.16). Folgende potentielle Aufgaben eines Beirat wurden genannt:

- Er könnte bereits bei der Projektplanung für die Konzipierung eines homogenen in sich geschlossenen Gesamtvorhabens sorgen,
- bei Konflikten moderieren,

- durch die Erfahrung der Beiratsmitglieder neue Impulse und Anregungen geben,
- durch die erforderlichen Präsentationen die Selbstkontrolle der Teilprojekte fördern.

Als Argumente gegen einen Beirat wurde genannt:

- alle namhaften deutschen Wattforscher waren an der Ökosystemforschung beteiligt, so dass keine adäquate Besetzung möglich gewesen wäre,
- die Teilprojektleiter und Mitglieder der Steuergruppen ausreichend selbstkritisch ihrer Arbeit gegenüber standen,
- ein so umfangreiches Verbundvorhaben durch einen halbjährlich tagenden Beirat nicht wirklich beurteilt werden könnte,
- das Verbundvorhaben auch ohne Beirat gut gelaufen sei,
- der Koordinierungsaufwand und die Belastung für die Teilprojekte noch größer geworden wären.

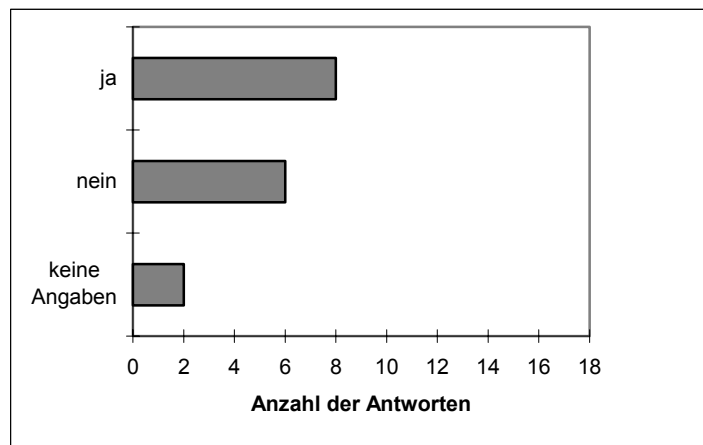


Abbildung 5.16: Ist rückblickend die Einrichtung eines wissenschaftlichen Beirates zur Begleitung eines Ökosystemforschungsvorhabens notwendig? (n=16)

Optimierung der Koordinierung

Auf die Frage, wie die Koordinierung hätte optimiert werden können, wurden vielfältige Vorschläge gemacht:

- Es wurden eine engere Zusammenarbeit sowie gemeinsame Planung und Koordinierung eines in sich geschlossenen Vorhabens durch die Geldgeber gefordert, anstelle von administrativ voneinander abgegrenzten Projektteilen.
- Für SWAP wäre zusätzlich zur erfolgreichen administrativen Koordination eine weitere Person ausschließlich für die inhaltliche Koordination erforderlich gewesen.
- Als wichtig erachtet wurde eine Besetzung der Steuergruppen mit Personen, die bereits Erfahrungen in der Projektkoordination gesammelt haben.

Weitere Vorschläge waren:

- gestaffeltes Anlaufen der Teilprojekte (siehe hierzu auch Kap. 5.2.2)
- einen längere Projektlaufzeit (nicht unbedingt mehr Mittel), um das Verbundvorhaben langsam an den Themen orientiert wachsen zu lassen
- eine klare Aufgabenverteilung und Beschreibung der Kompetenzen der Steuergruppe sowie Benennung eines Sprechers, der die Steuergruppe gegenüber den Teilprojekten und im Außenverhältnis vertritt
- personelle Kontinuität in der Steuergruppe (siehe hierzu Kap. 5.2.1 und Kap. 5.2.3)
- keine Teilprojektleiter als Mitglieder der Projektleitung, da dies die Koordinierungsaufgaben der Steuergruppe erschweren kann
- Einsatz von Arbeitsgruppen zu Projektbeginn, da Vollversammlungen für die Koordinierung zu groß sind; Planung der Arbeitsgruppen bereits vor Projektbeginn
- flexible Zusammensetzung der Arbeitsgruppen je nach den Erfordernissen im Verbundvorhaben
- Einsatz von Moderationstechniken in den Arbeitsgruppen
- Teilnahme an den Feldarbeiten und Besuche bei den Teilprojekten durch Mitglieder der Steuergruppe; dies fördert das Verständnis für Probleme und erleichtert es, den inhaltliche Ablauf der Arbeiten in den Teilprojekten ggf. zu steuern
- kurze Wege zu den Teilprojekten, im Idealfall alle in einem Haus
- frühzeitige inhaltliche Vorgaben durch Leitfragen
- Intensivierung des Austauschs von Informationen zwischen den Teilprojekten, z.B. in Form von Computernetzwerken, Austausch von Emails und Daten als direkt weiter verwendbare Dateien

Es wurde aber auch geäußert, dass im Hinblick auf den schleswig-holsteinischen Synthesebericht die Koordinierung nicht zu optimieren sei. Die termingerechte Abgabe des Syntheseberichtes sei als Beleg für eine gute Koordination anzusehen.

5.2.4 Leistungsfähigkeit der Ökosystemforschung Wattenmeer

Um die Einschätzung der Befragten zur Leistungsfähigkeit der Ökosystemforschung Wattenmeer zu erfassen, wurden Fragen gestellt zur Erreichung der Projektziele, zur Bewertung der wissenschaftlichen Resultate im Vergleich zu Einzelprojekten, zur Entwicklung neuer Bewertungskriterien und Instrumentarien, zum gewachsenen Systemverständnis, zur Nutzbarkeit für die Nationalparkbehörden und zu den Auswirkungen auf die Region.

Erreichung der Projektziele

Das Erreichen der Projektziele wurde von den Befragten als sehr gut bis befriedigend eingeschätzt (Abb. 5.17). Dies wurde an den Vorstudien (Leuschner 1989, ARSU 1989) gemessen,

aber auch im Vergleich zu anderen nicht näher genannten Großvorhaben beurteilt. Die Antworten werden des weiteren mit der Einbindung der Ökosystemforschung in das Nationalparkamt (Schleswig-Holstein), Umsetzung der Ergebnisse schon während der Projektlaufzeit, Methodenentwicklung, Schaffung von Basisdaten, die Klärung zahlloser Detailfragen sowie Fortschritte bei der Entschlüsselung von Funktionen und Teilsystemen begründet.

Die nur befriedigende Einschätzung beruht darauf, dass die übergeordneten Projektziele sehr hoch bzw. in Relation zur Projektlaufzeit zu hoch waren, nicht alle der in den Programmkonzeptionen vorgesehenen Fragen inhaltlich mit entsprechenden Teilprojekten abgedeckt wurden und durch den hohen Koordinierungsaufwand einige Fragen offen geblieben sind.

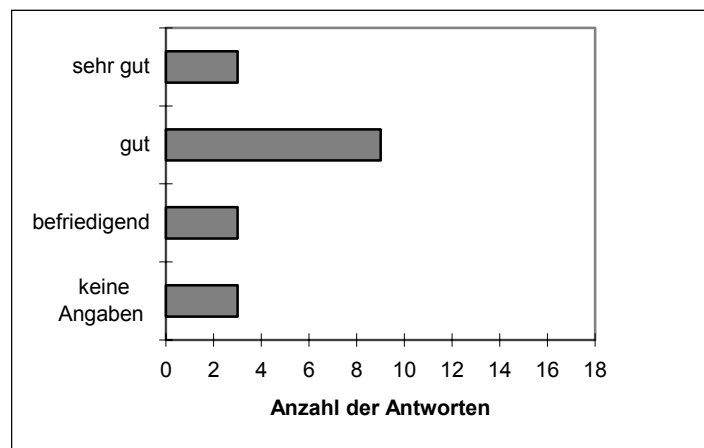


Abbildung 5.17: Wie beurteilen Sie das Erreichen der Projektziele? (n=18)

Wissenschaftliche Resultate

Die wissenschaftlichen Resultate der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde von der Mehrheit der Befragten höher als und von einigen so hoch wie bei Einzelprojekten eingeschätzt (Abb. 5.18). Die positive Beurteilung wird mit Synergieeffekten zwischen den Teilprojekten und der interdisziplinären Beantwortung übergeordneter Fragestellungen begründet, die von einzelnen Projekten nicht hätte geleistet werden können. Weitere Nennungen sind:

- die große Anzahl von Publikationen,
- Publikationen mit mehreren Autoren,
- teilprojektübergreifende Abschlußberichte,
- Präsentationen auf Symposien mit positiver Resonanz der Fachwelt,
- die Ökosystemforschung Wattenmeer hat eine umfangreiche zeitlich und räumlich aufeinander bezogene Datensammlung geliefert, die u.a. Konzepte der Regionalentwicklung und den Wattenmeeratlas ermöglicht hat.

Trotz der grundsätzlich positiven Einschätzung wurde aber auch Kritik geäußert:

- Die wissenschaftlichen Resultate der Teilprojekte waren zwar umfangreich, es gab jedoch nur wenige Publikationen, in denen ökosystemare Aspekte dargestellt wurden oder eine Synthese erkennbar war (Einzelaussage).

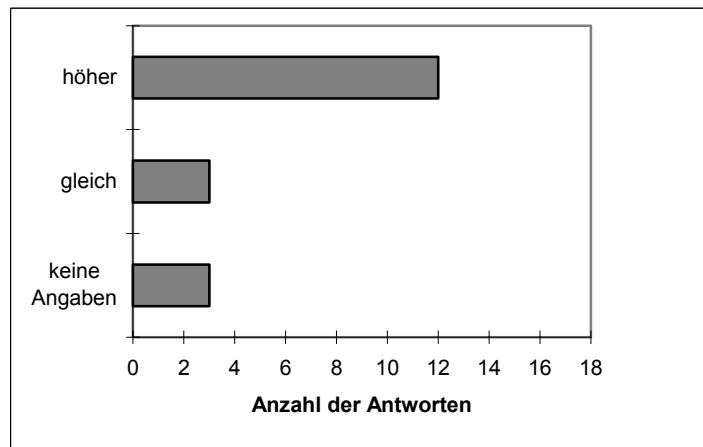


Abbildung 5.18: Wie wird der wissenschaftliche Output der ÖSF im Vergleich zu Einzelprojekten bewertet? (n=18)

Bewertungskriterien und Instrumentarien für das Systemverständnis

Die Frage, ob neue Bewertungskriterien und Instrumentarien für das Systemverständnis entwickelt wurden, wurde von über der Hälfte der Befragten bejaht und von einigen wenigen verneint (Abb. 5.19). Folgende Beispiele für neue Bewertungskriterien und Instrumentarien wurden genannt:

- Erarbeitung von naturschutzfachlichen Kriterien für die Raumbewertung und insbesondere für den Prozessschutz,
- die Entwicklung von generellen Methoden für die Nutzung von Ökosystembeschreibungen durch Verwaltungen und in der Politikberatung,
- die Entwicklung neuer statistischer Methoden,
- die Entwicklung eines neuen Probennahmedesigns für chemische Untersuchungen in einem dynamischen System,
- die Entwicklung von Probennahmestrategien, um die Patchiness im Wattenmeer zu erfassen,
- der Einsatz von Modellen zur Erweiterung des Systemverständnisses,
- die Weiterentwicklung des Einsatzes geographischer Informationssysteme für das Wattenmeer.

Zum Systemverständnis selbst, das nicht Gegenstand der Frage war, wurde geäußert, dass eine Grundentschlüsselung des Gesamtsystems nicht gelungen ist. Falls dies überhaupt möglich sei, wären mehr Zeit und Mittel erforderlich. Das Systemverständnis insgesamt ist jedoch verbessert worden, z.B. für die Komplexe Miesmuscheln oder „Schwarzer Flecken“.

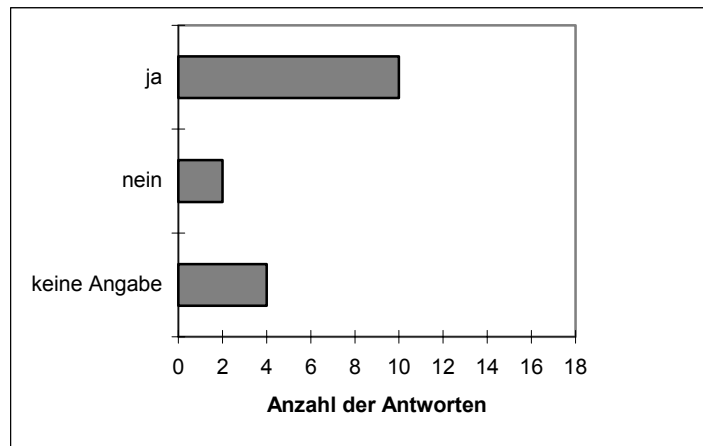


Abbildung 5.19: Welche zusätzlichen Bewertungskriterien, Instrumentarien sind für das Systemverständnis erzielt worden? (n=16)

Verwendbarkeit der Ergebnisse für Nationalparkmanagement und Umweltpolitik

Unter dieser Überschrift wurden die Antworten auf Fragen nach der Ergebnisumsetzung in die Praxis, die Einflussnahme der Nationalparkbehörden auf den Verlauf der Ökosystemforschung Wattenmeer, die Nutzung von Ergebnissen durch die Nationalparkbehörden bei aktuellen Problemen sowie Wirkungen der Ökosystemforschung Wattenmeer auf die Nationalparkbehörden und auf die Region zusammengefasst (Anhang 11.4, Fragen 15, 16, Fragen 17A, 26A, 29A, 41A, 42A). Des weiteren wurde inhaltlich ergänzende Antworten auf andere Fragen aus den Interviews berücksichtigt.

Die Umsetzung von Ergebnissen in die Praxis (Nutzung für Konzepte, Gremien, Arbeit von Behörden) wurde von rund der Hälfte der Interviewten als „hoch“, von einigen als „mittel“ und von einer Person als „nicht erfolgt“ bewertet (Abb. 5.20). Die Aussagen wurden mit folgenden Beispielen unterlegt. Die Nationalparkbehörden verwendeten die Ergebnisse der Ökosystemforschung

- in öffentlichen Diskussionen (z.B. Discardproblematik, Küstenschutz und Salzwiesenbeweidung),
- für die Entwicklung von Managementkonzepten (Miesmuschelmanagement, Besucherlenkung),
- als Grundlagen für einen Nationalparkplan,
- sie bedienten sich neu entwickelter Methoden (z.B. Fernerkundung),
- bei aktuellen Anforderungen und Problemen, die während der Laufzeit des Vorhabens auftraten, wurde auf Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer zurückgegriffen. Beispiele sind die Entwicklung der Miesmuschelbestände, Einfluss schnellfahrender Schiffe auf Meeressäuger, Nutzung von Windkraft, Erarbeitung des „Trilateral Monitoring and Assessment Programme“ sowie Anfragen im Land- und Bundestag.

Für die Lösung von Einzelproblemen im Konflikt von Naturschutz und Ökonomie wurde von einer befragten Person eine ökosystemare Betrachtungsweise dagegen eher als hinderlich angesehen, weil sie nicht dem Naturverständnis der beteiligten Interessengruppen entspricht.

Es wurde ein genereller Unterschied zwischen Niedersachsen und Schleswig-Holstein hinsichtlich der Einbindung der Ökosystemforschung in die jeweilige Nationalparkbehörde von den Befragten gesehen. Sie war in Schleswig-Holstein wesentlich intensiver, da der schleswig-holsteinische angewandte Teil stark darauf ausgerichtet war, wissenschaftliche Grundlagen für einen Nationalparkplan zu erarbeiten. Daher wurde dort von Seiten der Behörde auch wesentlich stärker auf die Schwerpunktsetzung bei der Entwicklung von Leitfragen, der Erstellung von Konzepten und der Gliederung des Syntheseberichtes Einfluss genommen.

Neben der ganz konkreten Nutzung der Ergebnisse durch die Nationalparkbehörden hat die Ökosystemforschung zu einer personellen Stärkung der Behörde und Erweiterung ihres Sachverstandes geführt sowie generell einen positiven Einfluss gehabt, da junge Wissenschaftler neue Sichtweisen in die Behörden gebracht haben. Außerdem haben die Nationalparkbehörden durch die Einrichtung der Datenverarbeitung und des GIS profitiert (siehe hierzu auch Kap. 5.2.3).

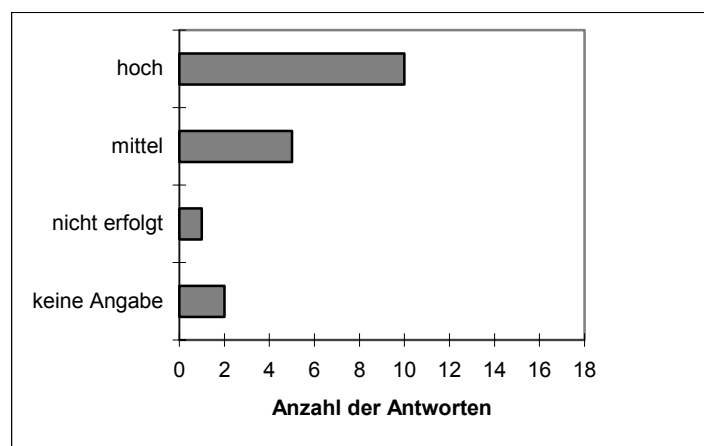


Abbildung 5.20: Welche Ergebnisse wurden in die Praxis umgesetzt, sind in Gremien, Konzepten, die Arbeit von Ämtern eingeflossen? (n=18)

Die Wirkung der Ökosystemforschung Wattenmeer auf die Region wurde von gut einem Drittel der Befragten als groß, von knapp der Hälfte als mittel und von einigen wenigen als nicht vorhanden bewertet (Abb. 5.21). Folgende Beispiele für die Wirkung auf die Region wurden genannt:

- vorübergehende Schaffung von zahlreichen Arbeitsplätzen in der jeweiligen Region,
- Etablierung und Stärkung der beteiligten Institute,
- Entwürfe für Managementkonzepte,
- Vorschläge für Angebote für Touristen (Informationseinrichtungen, Lehrpfade),

- wissenschaftliche Grundlagen für eine differenzierte Betrachtung und Bewertung von Eingriffen, Nutzungen und Einflüssen auf das Wattenmeer und dadurch sachlichere Diskussionen über den Nationalpark.

Als Beispiele für negative Einflüsse wurden genannt, dass sich Nutzergruppen durch Managementvorschläge aus der Ökosystemforschung Wattenmeer in ihrer Existenz bedroht fühlten, da sie Nutzungseinschränkungen befürchteten, der Naturschutz und der Nationalpark z.T. zum Feindbild wurden.

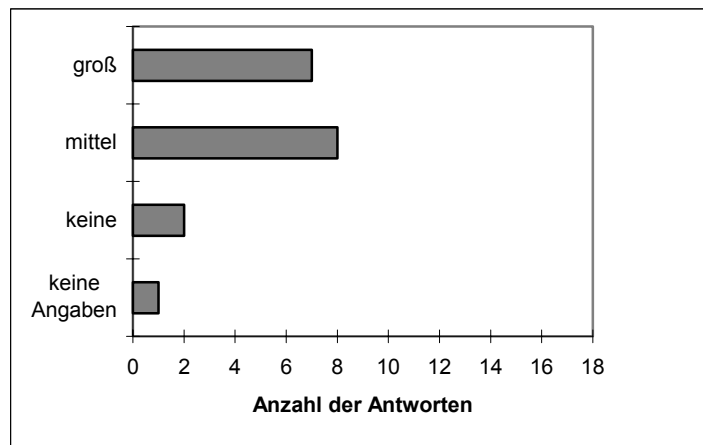


Abbildung 5.21: Welche Wirkung hat die ÖSF Wattenmeer auf die Region? (n=18)

Interdisziplinarität

Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist eine wichtige Voraussetzung für eine effektive und erfolgreiche sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierte Ökosystemforschung. Daher wurde nach fördernden und behindernden Rahmenbedingungen für interdisziplinäres Arbeiten gefragt. Als fördernd wurden genannt:

- identischer Raumbezug,
- gemeinsame Projektziele (ein gemeinsamer Forschungsgegenstand allein wurde nicht als ausreichend erachtet),
- Fragestellungen, die nur interdisziplinär bearbeitet werden können und bereits eine entsprechende Projektplanung erfordern,
- Zeit für die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache und eines gegenseitigen Verständnisses zwischen den beteiligten Disziplinen ist erforderlich. Dies kann z.B. durch entsprechende Seminare, die Wissensbarrieren zwischen den Disziplinen abbauen, gefördert werden.
- eine Koordinierung und Projektleitung, die die interdisziplinären Ziele immer wieder in den Vordergrund rückt,

- gemeinsame Arbeit in kleinen Gruppen, so dass nicht immer alle Teilprojekte miteinander kommunizieren müssen. Dies schafft gleichzeitig einen gewissen Freiraum für die disziplinen Interessen der Wissenschaftler.
- die Beteiligung von Modellierern, Statistikern, Sozioökonomen, Planern und die Nutzung des GIS.
- Es wurde aber auch die Gegenmeinung vertreten, dass ein großes Projekt interdisziplinäres Arbeiten noch nicht fördert, da immer die Neigung besteht, vorrangig mit den verwandten Disziplinen zusammen zu arbeiten.
- gemeinsame Laboratorien als logistische positive Rahmenbedingung,
- eine gemeinsame Arbeitsplattform, wie die Biologische Anstalt Helgoland auf Sylt,
- Fachzeitschriften, in denen interdisziplinäre Arbeiten publiziert werden können.

Weiterhin wurde geäußert, dass junge Wissenschaftler eher zu interdisziplinärer Zusammenarbeit bereit sind und dies z.T. auch bereits an der Universität gelernt haben (Projektstudium). Im Gegensatz dazu wurde erwähnt, dass die Hochschule dies nicht vermitteln kann und dass die Bereitschaft und Fähigkeit zum interdisziplinären Arbeiten von der individuellen Persönlichkeit abhängt. So war z.B. bei den Teilprojektbearbeitern die Identifikation mit den übergeordneten Projektzielen sehr unterschiedlich. Einige haben für sich keinen Sinn in der interdisziplinären Zusammenarbeit gesehen. Andere Teilprojektbearbeiter fanden gerade die anfangs eher lästige Auseinandersetzung mit anderen Disziplinen als förderlich für ihre Arbeit und ihre Entwicklung. Von einigen Befragten wurden dagegen Mitarbeiter, die z.B. promoviert sind, als vorteilhaft angesehen, da der Druck, sich zu qualifizieren, geringer ist.

Als hinderlich für interdisziplinäres Arbeiten wurden folgende Faktoren angesehen:

- fehlende Bereitschaft zur Zusammenarbeit
- starkes fachwissenschaftliches Spezialinteresse
- der Zwang sich zu qualifizieren und daraus resultierendes Konkurrenzdenken
- sektorale universitäre Ausbildung
- Konkurrenz um knappe Fördermittel
- Aufspaltung der Ökosystemforschung Wattenmeer in vier unabhängige Teile
- Unkenntnis der Arbeitsweisen, Methoden und Begriffsdefinitionen anderer Disziplinen
- kein gemeinsamer Raumbezug
- Institute, die nicht bereit sind, sich in den Kontext der Ökosystemforschung einzuordnen

5.2.5 Öffentlichkeitsarbeit

Die Frage, ob die Öffentlichkeitsarbeit zu einem besseren Verständnis der Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer in der interessierten Öffentlichkeit geführt hat, wurde von mehr als der Hälfte der Befragten mit nein beantwortet (Abb. 5.22). Zwei Befragte waren ge-

genteiliger Meinung. Obwohl die Öffentlichkeitsarbeit von Anfang an einen hohen Stellenwert in der Ökosystemforschung Wattenmeer innehatte und nach der Darstellung einiger Interviewten sogar in der Anfangsphase des schleswig-holsteinischen Teilvorhabens ein eigenes Öffentlichkeitsvorhaben begleitend zur Ökosystemforschung Wattenmeer hätte konzipiert werden sollen, ist es innerhalb der Laufzeit der Ökosystemforschung Wattenmeer nicht gelungen, Forschungsergebnisse ausreichend allgemeinverständlich der Bevölkerung darzustellen und zu vermitteln. Diese überwiegend negative Einschätzung wurde folgendermaßen begründet:

Das anfangs schon erwähnte begleitende Öffentlichkeitsvorhaben wurde nicht durchgeführt. Innerhalb des niedersächsischen Teilvorhabens fiel das Teilprojekt Öffentlichkeitsarbeit Kürzungen des Gesamtetats zum Opfer. Die Öffentlichkeitsarbeit wurde als zusätzliche Aufgabe an die niedersächsische Steuergruppe und die Abteilung Öffentlichkeitsarbeit der NLPV übertragen.

Die Aufgabe, Ergebnisse der Ökosystemforschung der Bevölkerung und den Interessenvertretern zu vermitteln, ist von allen wesentlich unterschätzt worden. Eine zufriedenstellende Öffentlichkeitsarbeit konnte wegen dieser Einschränkungen letztlich mit dem begrenzten Personal nur eingeschränkt bewältigt werden. Weiterhin wurde angeführt, dass für die Öffentlichkeitsarbeit keine zielgerichtete Konzeption existiert hätte. Sie war, nach Aussage weniger, im Verhältnis zur Größe des Projektes unterrepräsentiert.

Die eingesetzten Methoden der Informationsvermittlung durch Broschüren, Faltblätter oder wie in Niedersachsen durch die Ausstellung „Watt und mehr“ wurden grundsätzlich positiv bewertet, ebenso die Ergebnisdarstellung der Ökosystemforschung Wattenmeer in Form von periodisch erscheinenden Nationalparknachrichten, Zeitungsbeilagen, aber auch wissenschaftlichen Veröffentlichungen und nicht zuletzt über Ausstellungen und jährlich durchgeführte wissenschaftliche Symposien. Dennoch wurde übereinstimmend geäußert, dass diese Art der Informationsvermittlung nur von sehr wenigen Interessengruppen angenommen wurde.

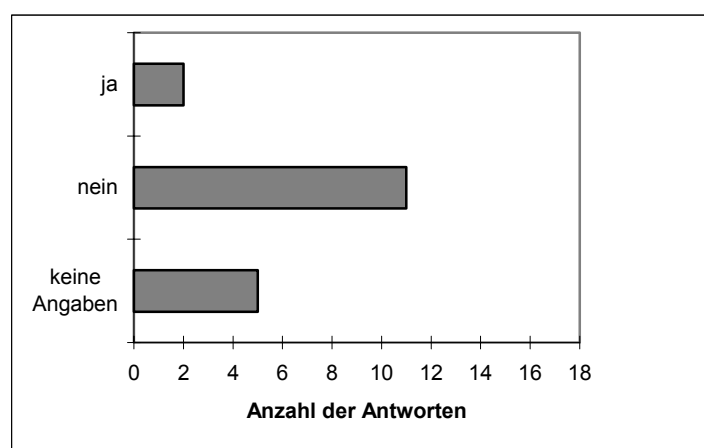


Abbildung 5.22: Hat die Öffentlichkeitsarbeit zu einem besseren Verständnis der ÖSF in der interessierten Bevölkerung geführt? (n=18)

Um eine größere Zielgruppe zu erreichen, hätte es einer professionellen Aufarbeitung der Ergebnisse in populärwissenschaftlicher Form oder aber der Präsentation in Medien wie Film,

Video und Fernsehen bedurft. Diese Einschätzung wurde von der Mehrheit der Befragten vorgebracht (siehe Kap. 8.7 und 9.3). Dies gilt auch für die sporadisch erscheinenden Pressemitteilungen der beteiligten Behörden. Hier wäre eine kontinuierliche Darstellung wesentlich hilfreicher gewesen. Diese unzureichende Vermittlung zeigte sich auch nach Ansicht der Befragten in der öffentlichen Reaktion auf den Abschlußbericht der schleswig-holsteinischen Ökosystemforschung (Stock et al. 1996) und in den Reaktionen der regionalen Presse darauf¹. Trotz dieser Einschränkung wurde die direkte Informationsvermittlung durch Vorträge und Diskussionsveranstaltungen mit den betroffenen Personen und Interessenverbänden von den meisten Interviewten als erfolversprechender angesehen und hätte nach deren Ansicht die Akzeptanz des Projektes seitens der Öffentlichkeit steigern können. Zwei der Interviewten gaben an, dass sie mit der populärwissenschaftlichen Darstellung der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung Wattenmeer, z.B. durch den Umweltatlas Wattenmeer, zufrieden gewesen sind (Abb. 5.23).

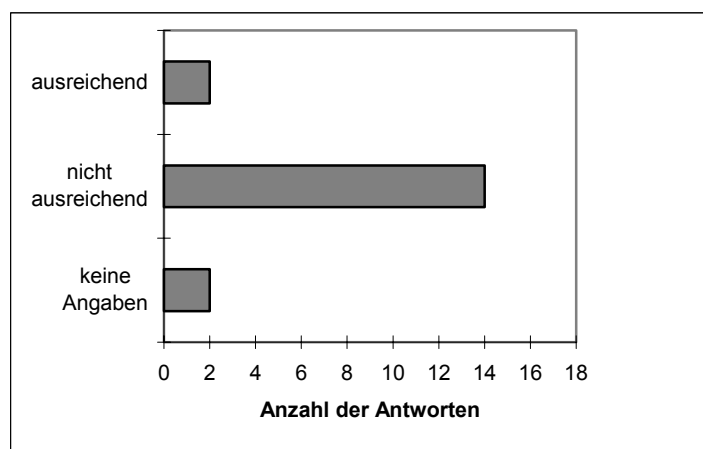


Abbildung 5.23: Ist die populärwissenschaftliche Darstellung der gewonnenen Erkenntnisse ausreichend? (n=18)

5.2.6 Datenverarbeitung/Datenhaltung

Datenverarbeitungsstrukturen, Datenhaltung, Einsatz von GIS und Modellanwendungen sind für das Ziel der Ökosystemforschung Wattenmeer, Strukturen und Funktionen, dynamische Prozesse und Regelkreisläufe zu erforschen, eine wesentliche Voraussetzung. Bei der Erhebung dieser hierfür benötigten unterschiedlichen Parameter muss eine umfangreiche Menge an Daten dokumentiert und verarbeitet werden. Dieser umfangreiche Datenpool macht es Anwendern unmöglich, diesen mit traditionellen Hilfsmitteln zu bearbeiten. Erst der Einsatz von Informationssystemen bietet die Möglichkeit, allen an einem Gesamtprojekt mitwirkenden Teilprojekten eine einheitliche Datenbasis zu einem definierten räumlichen Bezugssystem zur Verfügung zu stellen. Dies ist eine der Grundvoraussetzungen für multidisziplinäres Arbeiten sowie

¹ Hier muss allerdings angemerkt werden, dass diese Art der Öffentlichkeitsarbeit, im Sinne von Öffentlichkeitsbeteiligung, primär nicht als Aufgabe der Ökosystemforschung angesehen wird, sondern als genuine Aufgabe der planenden und umsetzenden Behörden vor Ort.

für den Ansatz eines interdisziplinären Forschungsvorhabens wie der Ökosystemforschung Wattenmeer (Berichte aus der Ökosystemforschung Wattenmeer 3/1993).

Aus diesem Grund wurden zu diesem Themenkomplex Fragen in der Art wie, „welche Rolle spielte die Datenhaltung“, „welche Rolle spielten die DV-Strukturen in der Ökosystemforschung“, „wie war die Akzeptanz der Nutzer gegenüber Geographischen Informationssystem (GIS) und zentraler Datenbank“, „was leisten diese Instrumente für die Teil-/Gesamtsynthese, haben sie sich bewährt und welche Schlussfolgerungen können daraus gezogen werden“, an die Interviewten gestellt.

Die Antworten auf die Fragen werden nachfolgend zusammengefasst (Fragen 33-40 siehe Anhang 11.4).

Rolle der Datenhaltung/Datenverarbeitungsstrukturen?

Nach ihrer Einschätzung hinsichtlich Rolle und Anwendbarkeit der Datenverarbeitung befragt, äußerten sich die Interviewten in Bezug auf eine zentrale Datenhaltung und den Einsatz des GIS (Kapitel 5.2.7) sehr unterschiedlich.

Zentrale Datenhaltung

Das Konzept einer zentralen Datenhaltung und deren Strukturen wurden von einem Viertel der Befragten für grundsätzlich notwendig gehalten, um Daten zu speichern und durch ihre dazugehörige Dokumentation auch längerfristig nutzbar zu machen (Abb. 5.24). Die Mehrzahl der befragten Personen allerdings hielten eine zentrale Datenhaltung für nicht wichtig. Konkret nach der zentralen Datenhaltung in der Ökosystemforschung Wattenmeer, dem Wattenmeerinformationssystem (WATiS) befragt, wurde nur ein minimaler oder aber kein Nutzen für die eigene Arbeit gesehen. Für diese ungenügende Rolle der zentralen Datenhaltung wurden zahlreiche Gründe aufgeführt:

WATiS befand sich zu Beginn der Ökosystemforschung Wattenmeer noch in der Konzeption. Viele Arbeiten, Strukturen und Abläufe mussten erst noch entwickelt und im laufenden Vorhaben getestet und implementiert werden. Für die meisten Anwender war die Datenstrukturierung und die Eingabe in das System zu aufwendig und überstieg in den meisten Fällen den Kenntnisstand der einzelnen Bearbeiter.

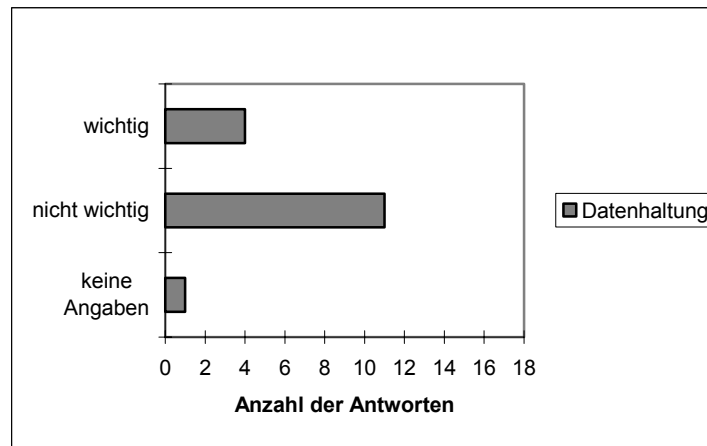


Abbildung 5.24: Welche Rolle spielt die Datenhaltung/DV-Strukturen in der ÖSF? (n=16)

Weiterhin wurde geäußert, dass Teilprojektbearbeiter in der Regel es vorzogen, ihre Daten erst selbst auszuwerten. Erst dann haben sie ihre Daten an eine zentrale DV abgegeben, da für sie kein unmittelbarer Nutzen einer zentralen Datenhaltung erkennbar war (Abb. 5.25). Durch diese Verzögerungen und die zum Teil sehr aufwendige Strukturierung der Daten und deren Dokumentation in Tabellenform standen die Teilprojektdaten erst sehr spät, kurz vor dem Ende der Ökosystemforschung Wattenmeer allgemein zur Verfügung. Ebenfalls negativ angemerkt wurde, dass der Datenfluss zunächst nur sehr einseitig war, nämlich in das System hinein. Eine Nutzung der Daten durch die Teilprojekte war deshalb anfangs nahezu unmöglich. Dies führten die Interviewten im wesentlichen auf zwei Dinge zurück: Zum einen fehlte ein ausgereiftes Menüführungssystem. Zum anderen waren viele überfordert, sich mit der Bedienung und der Philosophie von Großrechnern auseinander zusetzen. So fand der Datenaustausch meist zwischen den einzelnen Teilprojekten, aber nicht über die eigentliche Datenzentrale, das WATiS statt.

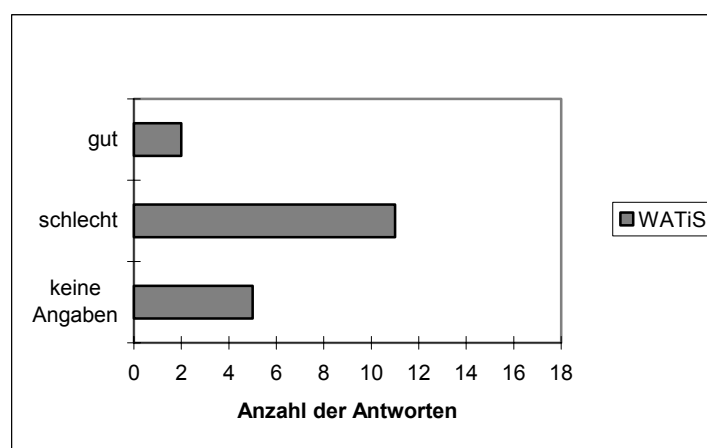


Abbildung 5.25: Wie ist die Akzeptanz der verschiedenen Nutzerkreise gegenüber diesen Instrumenten? (n=18)

Akzeptanz der Nutzer

Des weiteren wurde darauf hingewiesen, dass der Einsatz eines Instrumentes abhängig ist von seinem Nutzen für die eigene Arbeit und letztlich auch von der Akzeptanz der Nutzer. Ein Nutzen des WATiS wurde von sehr vielen als minimal oder nicht gegeben angesehen. Dies spiegelt sich auch in Abbildung 5.25 wider, in der mehr als der Hälfte der Interviewten keinerlei Akzeptanz gegenüber WATiS sahen. Nur wenige hatten dem gegenüber keinerlei Berührungsängste bzw. Akzeptanzprobleme. Diese überwiegend negative Bilanz der Meinungen hat verschiedene Ursachen. Z. T. wurden sie in der ungenügenden Informationsvermittlung gesehen. Einigen Teilprojekten, so wurde ausgeführt, z.B. in SWAP, war nicht bewusst, was in der Datenbank eigentlich vorhanden war. Von vielen wurde der Nutzen einer zentralen Datenbank nicht in der Aufbereitung und Speicherung von Rohdaten gesehen. Auf gespeicherte Rohdaten, so wurde ausgeführt, wollte keiner zugreifen. Dies würde den Gepflogenheiten und der Arbeitsweise von Wissenschaftlern widersprechen. Allenfalls für die Modellierer wären Rohdaten eine sinnvolle Unterstützung gewesen. Aber auch hier hat der erwartete Austausch nach der Einschätzung der Befragten kaum oder ungenügend stattgefunden.

Von den meisten Befragten wurde geäußert, dass viele Ansprüche, die an das Informationssystem WATiS gestellt wurden, nicht erfüllt werden konnten. Von einzelnen wurde WATiS sogar als ein extravagantes System bezeichnet, das keiner bedienen kann.

Konnten die Erwartungen eingelöst werden ?

Nach den Erwartungen an eine zentrale Datenhaltung befragt und insbesondere, ob diese auch eingelöst werden konnten, gab nur einer an, dass seine Erwartungen erfüllt wären (Einzelaussage). Etwas weniger als die Hälfte der Interviewten hatten keine Antwort oder konnte keine Aussage treffen und die Hälfte der Befragten gaben nicht eingelöst an (Abb. 5.26).

Als mögliche Erklärung für diese schlechte Einschätzung wurden folgende Antworten gegeben:

Die Erwartungen an eine zentrale Datenhaltung waren nach den Aussagen zu Beginn der Ökosystemforschung hoch, gemessen - an den damaligen technischen Möglichkeiten - rückblickend wahrscheinlich zu hoch. Zum größten Teil konnten sie nach Einschätzung der Interviewten für WATiS nicht eingelöst werden. WATiS sollte als Langzeitdatenspeicher genutzt werden. Es sollten Daten für die Ökosystemforschung bereitgestellt und langfristig auch anderen Projekten und Programmen zur Verfügung stehen. Allerdings wurde der Aufwand und die damit verbundenen Schwierigkeiten, die Daten zu strukturieren, einzulesen und vorzuhalten, deutlich unterschätzt. Zum Teil lag es, wie oben schon erwähnt, sicherlich auch am Desinteresse oder an fehlender Information der Mitarbeiter, da bei einigen Teilprojekten die Existenz einer solchen Datenbank überhaupt nicht bekannt war. Weitere Schwierigkeiten, so wurde ausgeführt, lagen an der chronischen personellen Unterbesetzung des WATiS, an technischen Schwierigkeiten und an der Datenverfügbarkeit. Ein immer wieder geäußelter Kritikpunkt, war der nur z.T. vorhandene Service, der die Mitarbeiter in den Teilprojekten bei der Vorstrukturierung und Abgabe der Daten unterstützen sollte. Auch an dem Konzept Rohdaten im System vorzuhalten ist von vielen Kritik geäußert worden. Besser, so wurde ausgeführt, wäre es gewe-

sen, man hätte bewertete und bereits interpretierte Daten vorgehalten. Dies hätte eher der Vorgehensweise von Wissenschaftlern bzw. den wissenschaftlichen Ansprüchen entsprochen. Allerdings war man sich in der Einschätzung auch nicht sicher, ob dieses System unter den veränderten Rahmenbedingungen funktioniert hätte.

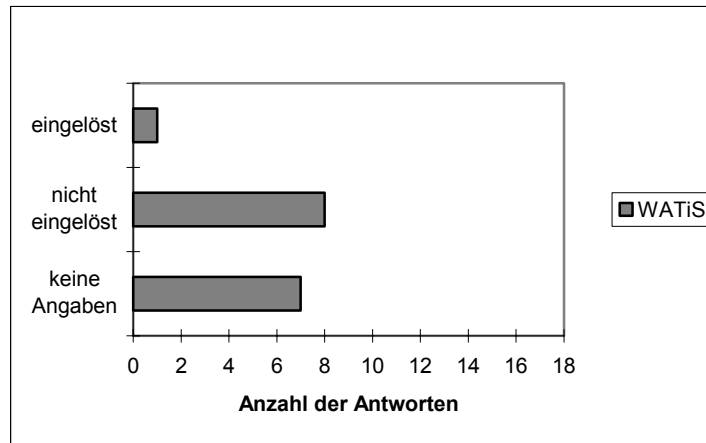


Abbildung 5.26: Welche Erwartungen sind an die beiden Instrumente vor, im Verlauf und nach der ÖSF gerichtet worden und konnten sie eingelöst werden oder nicht? (n=16)

Beitrag der Informationstechnik (GIS, WATiS) für Teil-/Gesamtsynthese?

Auf die Frage, ob und welche „Syntheseleistungen“ WATiS für die Teilsynthesen bzw. für die Gesamtsynthese erbringt, wurde nur von einzelnen der Befragten ein Beitrag gesehen. Für den Einsatz in den Teilsynthesen und der Gesamtsynthese hat nach mehr als der Hälfte der Befragten WATiS kaum etwas bzw. nichts geleistet (Abb. 5.27). Es wurde allerdings auch angemerkt, dass im Gegensatz zu den anwendungsbezogenen Teilen in den grundlagenorientierten Teilen nicht die Notwendigkeit gesehen wurde, die Daten der Teilprojekte in das WATiS einzugeben. So liegen z.B. ELAWAT Daten nicht im WATiS vor, sondern wurden auf eine CD-ROM gebrannt.

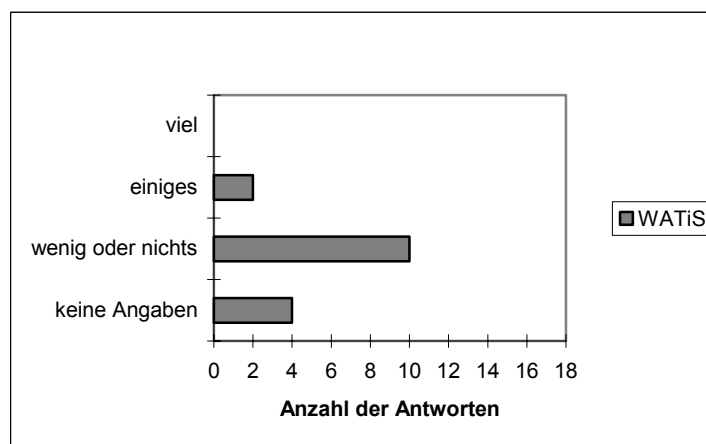


Abbildung 5.27: Was leisten bzw. haben GIS und WATiS für die Teil-/Gesamtsynthese leisten können? (n=16)

Hat sich die Datenhaltung in einem zentralen System bewährt?

Die Frage, ob sich die zentrale Datenhaltung bewährt hat, wurde von etwas weniger als einem Viertel der Befragten positiv beantwortet. Negativ gesehen wurde sie von mehr als der Hälfte der Befragten (Abb. 5.28).

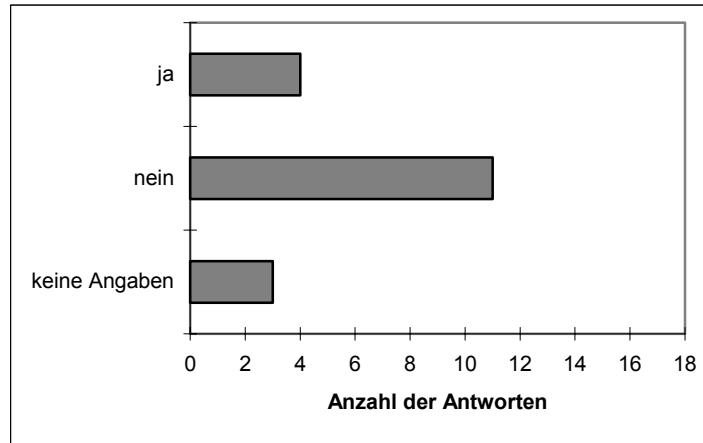


Abbildung 5.28: Hat sich die Datenhaltung in einem zentralen System bewährt? (n=18)

Der Ansatz einer zentralen Datenbank wurde von einigen nach wie vor als unumgänglich geschildert, um die Daten langfristig konsistent vorzuhalten. Möglicherweise, so wurde von einzelnen geäußert, werde sich der Wert erst im Laufe des aufzubauenden Trilateralen Monitoringprogramms (TMAP) erweisen. Abstriche an der konkreten Ausgestaltung des zentralen Ansatzes durch WATiS wurden allerdings auch von den Befürwortern gemacht.

Als wesentliche Gründe für die überwiegend negative Einschätzung wurden genannt, die bereits schon erwähnte unzureichende Zugänglichkeit von WATiS, die personell nicht ausreichende Betreuung dieser Datenbank, die fehlende Akzeptanz der Nutzer und der Ansatz, Rohdaten in der Datenbank vorzuhalten.

Gewährleistung der konsistenten und vollständigen Dateneingabe

Die Frage, wie sich eine vollständige und konsistente Dateneingabe gewährleisten lässt, wurde zu unterschiedlich beantwortet, um eine Klassifizierung durchführen zu können.

Als Antworten für die Dateneingabe wurden genannt:

- erst Hard- und Software implementieren und durch Testläufe ausreichend prüfen
- Informationen besser vermitteln
- ausreichend Personal einstellen für Servicefunktionen, nur Zwang auszuüben, um die Dateneingabe sicherzustellen, hilft nichts
- besseres Zeitmanagement auf der Projektnehmerseite; den Projekten muss von vornherein vorgegeben werden, Zeit für die Dateneingabe einzuplanen
- man muss den Beteiligten vermitteln, wie sie davon profitieren können

- allein der Vorsatz einer konsistenten Dateneingabe läuft einer innovativen Forschung entgegen
- eine Forschung, die als Hauptziel konsistente Dateneingabe angibt, kann nicht funktionieren; Forschung muss immer modifizierbar bleiben

5.2.7 Geographische Informationssysteme

Geographische oder Geoinformationssysteme (GIS) sind wesentliche Instrumente zur Erfassung, Analyse und Darstellung von raumbezogenen Informationen. Die Erfassung von strukturellen, raumbildenden Merkmalen war dabei durch den Forschungsschwerpunkt in Schleswig-Holstein wesentlich stärker ausgeprägt als in Niedersachsen.

Rolle der Datenhaltung/Datenverarbeitungsstrukturen ?

Nach der Rolle von Geographischen Informationssysteme in der Ökosystemforschung Wattenmeer befragt, äußerten etwas weniger als die Hälfte, sie sei wichtig gewesen. Von rund einem Fünftel der Interviewten wurde sie als nicht wichtig eingeschätzt (Abb. 5.29).

Dabei ist der Einsatz von GIS in Schleswig-Holstein grundsätzlich positiver aufgenommen worden als in Niedersachsen. In beiden Bundesländern hat der Einsatz des GIS in der Ökosystemforschung Wattenmeer bewirkt, dass es in den Nationalparkbehörden zu einem schnellen Ausbau von Hard- und Software und dem Einsatz des GIS kam. Nach der Rolle des GIS für die Nationalbehörden gefragt, wurde von den Befragten der Nationalparkbehörden das GIS als wichtiges Instrument für die tagtägliche Arbeit eingeordnet. Einige Befragte sehen die GIS-Systeme sogar als unverzichtbar an. Die Bereitstellung von Grundlagendaten für die Arbeit der Nationalparkbehörden hätte ohne die Ökosystemforschung in dieser Fülle und Qualität nicht stattgefunden. Dies war einhellige Meinung aller Befragten.

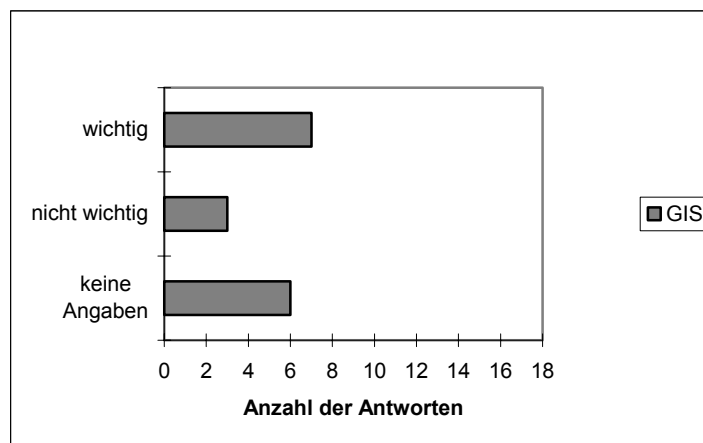


Abbildung 5.29: Welche Rolle spielt die Datenhaltung/DV-Strukturen in der ÖSF? (n=16)

Akzeptanz der Nutzer

Nach der Akzeptanz der verschiedenen Nutzerkreise gegenüber GIS befragt, ergibt sich nach den Aussagen eine leicht positive Bilanz. Ein Drittel der Befragten gaben die Akzeptanz als gut

an, etwas weniger als ein Drittel als schlecht (Abb. 5.30). Nach Meinungen der Befragten ist dieses Stimmungsbild in folgenden Gründen zu sehen:

Auch in den Anfangsphasen gab es ähnliche Probleme wie mit WATiS. Auch für das GIS wurde konstatiert, dass die Vorlaufphase zu kurz war. So waren z.B. in Schleswig-Holstein noch keine Grundlagenkarten vorhanden, als in den Projekten bereits mit den Felderhebungen begonnen wurde. Das führte im Verlauf des Projektes zu einem deutlichen Mehraufwand, um die Probenahmeorte nachträglich in die Karten einzutragen.

Die Hard- und Softwaregrundlagen für die GIS-Systeme waren vorhanden. Allerdings fehlten zunächst die erforderlichen GIS-Strukturen. Diese mussten ebenfalls im laufenden Projekt entwickelt werden.

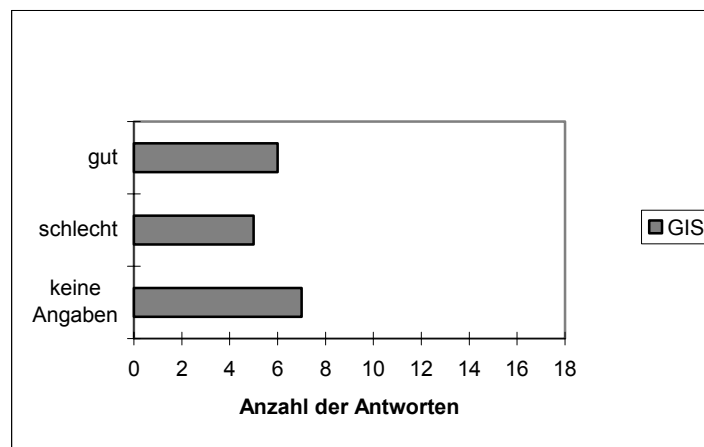


Abbildung 5.30: Wie ist die Akzeptanz der verschiedenen Nutzerkreise gegenüber diesen Instrumenten? (n=18)

Konnten die Erwartungen eingelöst werden ?

Nach den Erwartungen an GIS-Systeme befragt und insbesondere, ob diese auch eingelöst werden konnten, gaben mehr als ein Drittel der Befragten an, ihre Erwartungen wären erfüllt, ein Viertel der Interviewten hatten keine Antwort oder konnte keine Aussage treffen und ebenfalls mehr als ein Drittel gaben nicht eingelöst an (Abb. 5.31). Die beiden Konzeptionen der Ökosystemforschung, Leuschner und ARSU, sahen den Einsatz von geographischen Informationssystemen als Analyse- und Bewertungsinstrument vor. Allerdings war wohl, nach Aussagen der Befragten, weder den Teilprojekten noch den Mitarbeitern der Steuergruppe oder dem Leitungskollegium bekannt, wie ein GIS adäquat einzusetzen sei bzw. welche Möglichkeiten ein solches System bietet.

In Niedersachsen wurde durch den gewählten thematischen Ansatz des Teilvorhabens die ursprünglich angedachte Einsatzmöglichkeit im Analyse- und Bewertungsteil der GIS-Funktionalität sehr stark eingeschränkt. Nach den Interviewaussagen hätte eine adäquate Einsatzmöglichkeit in Niedersachsen in den terrestrischen Bereichen Dünen und Salzwiesen bestanden. Diese wurden allerdings in der Hauptphase nicht untersucht. Erschwerend kam hinzu, dass die Teilprojekte auf viele Institutionen an verschiedenen Orten aufgeteilt waren und dort nicht die

Möglichkeit hatten, GIS-Systeme zu nutzen. So wandelte sich der GIS-Einsatz, nach der Meinung der Befragten, zu einem reinen Servicebetrieb, der den Teilprojekten lediglich Grundlagenkarten bereitstellte.

Auch im anwendungsorientierten Teil in Schleswig-Holstein, der eine flächenmäßige Erfassung von Strukturen zum Forschungsgegenstand hatte, wurde das GIS bis zur eigentlichen Teilsynthese vornehmlich zur Herstellung von Grundlagenkarten und als Kartenmalwerkzeug genutzt. Erst in der Teilsynthese wurde das System seinen Möglichkeiten entsprechend eingesetzt. Innerhalb der Ökosystemforschung ist das GIS also mehr zur Präsentation und zur „Kartenerstellung“ verwandt worden als zur intelligenten Interpretation und Analyse von Daten. Erst jetzt, mit Ablauf der Ökosystemforschung, so wurde geäußert, sind die Beteiligten in der Lage, GIS als adäquates Instrumentarium für eine Ökosystemforschung einzusetzen.

Profitiert haben nach einhelliger Aussage allerdings beide Nationalparkbehörden von den GIS-Systemen. Sie sind inzwischen zu einem festen Bestandteil der Arbeit geworden.

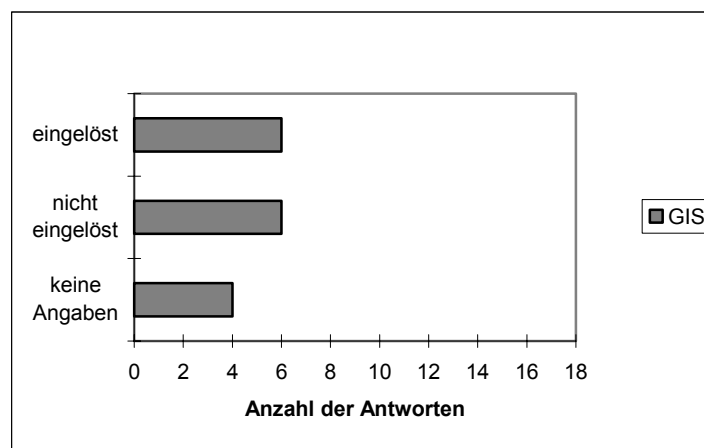


Abbildung 5.31: Welche Erwartungen sind an die beiden Instrumente vor, im Verlauf und nach der ÖSF gerichtet worden und konnten sie eingelöst werden oder nicht? (n=16)

Beitrag der Informationstechnik (GIS, WATiS) für Teil-/Gesamtsynthese?

Nach dem Beitrag von GIS zu Teilsynthesen befragt, wurde von mehr als einem Drittel geäußert, sie hätten viel dazu beigetragen. Rund ein Drittel der Befragten gaben als Kategorie einiges an und nur einige wenige konnten kaum oder keinen Beitrag für die Teilsynthesen erkennen (Abb. 5.32). Diese positive Einschätzung, hinsichtlich des Beitrages von GIS zu den Synthesen, liegt nach Aussage der Interviewten in der Möglichkeit das GIS als Präsentationswerkzeug einzusetzen. Es war enorm wichtig zur Darstellung und Präsentation von Ergebnissen aus der Ökosystemforschung und wurde auch im Nationalparkamt eingesetzt. Für die Synthese im anwendungsorientierten Teil in Schleswig-Holstein wurde angeführt, dass letztlich ohne GIS und ohne die Strukturen der Datenhaltung der Synthesebericht nicht möglich gewesen wäre.

Für die grundlagenorientierten Teile haben die GIS-Systeme kaum eine Rolle gespielt. Sie wurden dort eher als ein Mittel zur Erstellung von Grundlagenkarten angesehen.

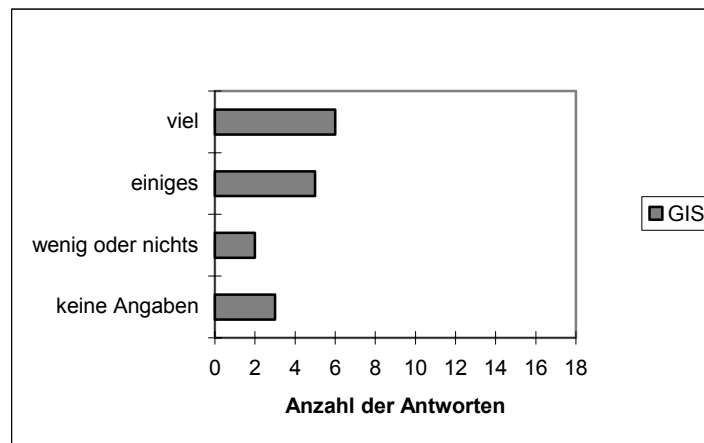


Abbildung 5.32: Was leisten bzw. haben GIS und WATiS für die Teil-/Gesamtsynthese leisten können? (n=16)

Schlussfolgerungen für zukünftige Projekte

Zum Abschluss des Interviews wurden alle Gesprächsteilnehmer nach ihrer Schlussfolgerung informationstechnischer Art für zukünftige Projekte befragt. Unter diesem Punkt sind die wenigen Antworten, die zu Frage 40 gegeben wurden, mitberücksichtigt. Die nachfolgenden Antworten und Meinungen spiegeln ein breites Spektrum wider und beinhalten eine sehr unterschiedliche Einschätzung der verbesserungswürdigen Punkte:

- Voraussetzung bei künftigen Projekten muss ein lauffähiges und funktionsfähiges Datenverarbeitungssystem sein.
- Die Einsatzmöglichkeiten der einzusetzenden Instrumente müssen definiert sein (siehe z.B. Erwartungen an GIS-Systeme). Die Darstellung (Maßstäblichkeit) der einzelnen Untersuchungen muss aufeinander abgestimmt sein. Eine nachträgliche Verschneidung von großen und kleinen Maßstäben ist nicht möglich.
- Eine Vorstudie als Bestandsanalyse ist anzuraten. Sie soll aufzeigen, welche Strukturen vorhanden sind, welche Möglichkeiten die einzusetzenden Instrumente beinhalten und was zu der Erfüllung der Aufgaben benötigt wird.
- Die personelle Ausstattung im informationstechnischen Bereich soll ausreichend sein.
- Mehr in die Beratung der Teilnehmer investieren und Servicefunktionen verstärken.
- Die Unterscheidung zwischen Daten aus Forschungsprojekten und Monitoringprojekten ist notwendig; erstere haben kurzfristige Gültigkeit und sind sehr speziell einsetzbar, letztere sind für längerfristige Zeiträume und für Langzeitspeicherung wichtig.
- Immer das Ziel des Machbaren im Auge behalten und nicht Idealen hinterherhinken.

6 Modelle in der Ökosystemforschung Wattenmeer - eine Zusammenfassung

Verena Niesel, Kai Wirtz

Ein Ziel der Gesamtsynthese der Ökosystemforschung Wattenmeer ist eine kritische Bewertung der innerhalb des Verbundvorhabens angewandten Methoden. Zu diesen Methoden zählen u. a. die durchgeführten Modellsimulationen, welche gemeinsam mit anderen Ergebnissen der Bewertungen dargestellt sind.

Da die Bearbeitung des Themas „Modelle in der Ökosystemforschung Wattenmeer“ sehr umfangreich geworden ist, werden die Inhalte des Berichtes hier in Form einer Zusammenfassung dargestellt. Für mehr Informationen und eine ausführlichere Darstellung sei auf den Band 2 verwiesen (Wirtz & Niesel, 1999).

6.1 Einleitung

Im Rahmen der Gesamtsynthese der Ökosystemforschung Wattenmeer erfolgte eine Bewertung der eingesetzten und erarbeiteten Modelle. Eine Bewertung erfordert Kriterien, nach denen einheitlich beurteilt wird. Bisher existierte für die Bewertung von Modellen unterschiedlicher Typen noch kein einheitlicher Bewertungsansatz, so dass für diese Evaluierung ein Bewertungsschema entwickelt wurde.

Neben diesen Kriterien wird eine Bewertung erleichtert, wenn Ansprüche und Anforderungen an diese Modelle bekannt sind. Um diese Anforderungen zu erfahren, wurde eine Umfrage zu mathematischen Modellen in den Zielgruppen „Forschung“ und „Behörde“ durchgeführt (siehe Kap. 6.2). Ziel dieser Umfrage war es zum einen, die Einschätzung von Modellen zu erhalten, zum anderen, die Erwartungen an mathematische Modelle, seitens Personen aus diesen Zielgruppen zu erfassen.

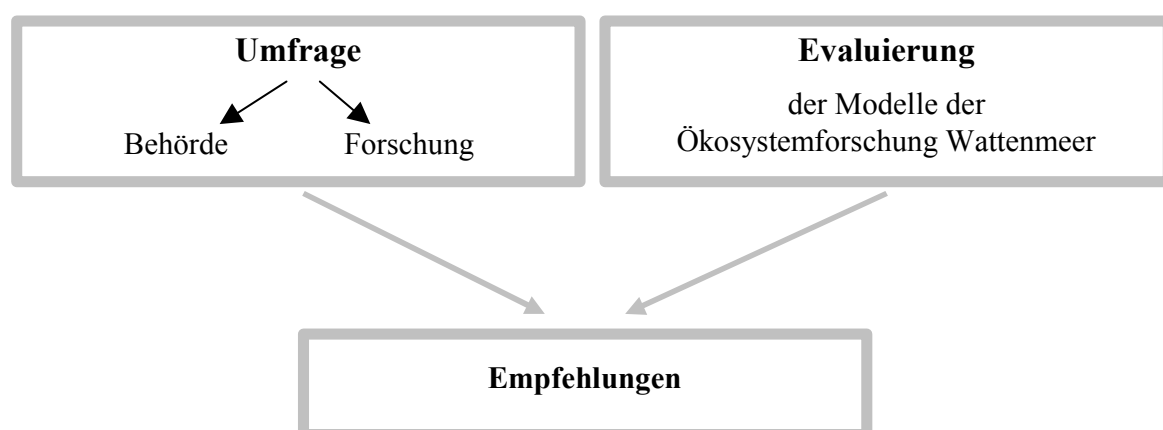


Abbildung 6.1: Graphische Darstellung des Konzeptes zur Bearbeitung der Mathematischen Modelle in der Gesamtsynthese der Ökosystemforschung Wattenmeer

Der Vergleich zwischen den Einschätzungen durch die befragten Personen und der Evaluierung im Rahmen der Gesamtsynthese mit den Anforderungen ermöglichte es, Empfehlungen für zukünftige Modelleinsätze in Verbund- und Einzelvorhaben zu formulieren. Diese werden auszugsweise in Kapitel 9 aufgeführt, ausführlich sind sie im Originaltext nachzulesen (Siehe Kap. 6 in Wirtz & Niesel 1999).

6.2 Umfragen zu mathematischen Modellen

6.2.1 Methodik der Umfragen

Es wurden zwei Umfragen zum Thema „Mathematische Modelle“ in zwei verschiedenen Zielgruppen (Behörde, Forschung) durchgeführt. Die befragten Personen wurden nicht zufällig sondern nach ihren Modellerfahrungen ausgewählt. Sie hatten alle entweder direkt durch eigene Modellsimulationen oder indirekt durch die Nutzung von Modellergebnissen für z. B. umweltpolitische Entscheidungen Erfahrungen im Umgang mit Modellen. In der Zielgruppe „Behörde“ wurden 31, in der Zielgruppe „Forschung“ 37 Personen befragt. Die befragten Personen waren zum Teil an der Ökosystemforschung Wattenmeer beteiligt (Forschung 51%, Behörde 21%). In der Forschung fand noch eine zusätzliche Unterteilung in Modellierer und Nichtmodellierer statt. Letztere werden in diesem Bericht Feldforscher genannt.

Es sei darauf hingewiesen, dass eine Umfrage basierend auf 68 befragten Personen nur Tendenzen wiedergeben kann und die Ergebnisse nur bedingt repräsentativ sind.

Die Fragen an die beiden Zielgruppen waren weitgehend identisch und umfassten folgende Themen:

- Hintergrundwissen über Modellierung
- Grundsätzliche Einstellung und Akzeptanz
- Bewertung von einzelnen Einsatzmöglichkeiten von Modellen
- Differenzierte Bewertung von Modellen im Allgemeinen
- Differenzierte Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer-Modelle im Speziellen
- Anforderungen an Modelle

Bei der Auswertung der Umfragen ergab sich eine inhaltliche Unterteilung in vier unterschiedliche Themenkomplexe, nach denen die Ergebnisse dargestellt werden. Diese Komplexe werden später in der Modellevaluierung in leicht modifizierter Form weitergenutzt.

- Prognose:

Das Prognostizieren ist eine Einsatzmöglichkeit von Modellen, bei der eine zukünftige Entwicklung vorhergesagt wird. Hierzu gehören auch Szenarien, die nach dem Schema „was passiert, wenn“ ablaufen und bei Planungen des Umweltmanagements zur Anwendung gelangen.

- **Wissenserweiterung:**
Die Wissenserweiterung ist eine Einsatzmöglichkeit von Modellen, die zu einem verbesserten Verständnis der modellierten Prozesse führt. Die Verknüpfung der simulierten Ergebnisse mit dem vorhandenen Wissen kann u. a. zur Klärung von disziplinären Detailfragen und zur Bildung von neuen Theorien führen.
- **Modelldarstellung:**
Zu diesem Themenkomplex zählt die schriftliche, verbale und gegebenenfalls die EDV-unterstützte Dokumentation und Visualisierung des Modells und seiner Ergebnisse.
- **Akzeptanz und Integration:**
Als Maß für die Akzeptanz eines Modells innerhalb eines interdisziplinären Verbundprojektes wie der Ökosystemforschung Wattenmeer kann die Integration, Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen den Modellierern und den Feldforschern genommen werden.

6.2.2 Ergebnisse der Umfragen

Prognosefähigkeit und Wissenserweiterung

Die Prognosefähigkeit von mathematischen Modellen hat sowohl in den Behörden als auch in den Forschungsinstituten einen hohen Stellenwert. 70% der Forscher und 90% der Personen aus den Behörden nannten ein Modell ein Prognosewerkzeug. Auf die Frage nach der Relevanz der verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Modellen ergab sich ein ähnliches Bild. Von den Personen aus den Behörden wurden die "Prognosefunktion" und das "Quantifizieren von Prozessen" besonders wichtig eingeschätzt. Diese Kriterien wurden von den Forschern allerdings nur mit einer mittleren Relevanz eingestuft, dagegen präferierten sie das "Verständnis von Zusammenhängen" und den "Modelleinsatz zur Theoriebildung" (Abbildung 6.2). Hinsichtlich der Erwartungen an die Wissenserweiterung gab es kaum Differenzen in den verschiedenen Zielgruppen.

Diese Ergebnisse wiesen darauf hin, dass in den Behörden die angewandten Aspekte eine wesentlich größere Relevanz haben als in den Forschungsinstituten. Dagegen sprechen sich die Forscher stärker für die Wissenserweiterung aus.

Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit einer Umfrage aus dem Jahre 1993 (Poethke 1994) zeigte, dass im Jahr 1993 der Prognoseeinsatz und der Einsatz zur Wissenserweiterung gleich stark bewertet wurde. Der Unterschied zwischen der damaligen und der heutigen Umfrage lässt sich als eine Entwicklung interpretieren, die von einer früher starken Erwartungshaltung an die Prognosefähigkeit von Modellen ausgeht, heute aber relativiert wurde. Dahinter könnte sich ein Erkenntniswandel dahingehend verbergen, dass nicht alles prognostizierbar ist und die Modelle viel eher zur Wissenserweiterung beitragen können. Dieser Trend lässt sich in der Zielgruppe "Forschung" schon ablesen, in der Zielgruppe der "Behörde" ist er allerdings noch nicht sehr stark verbreitet.

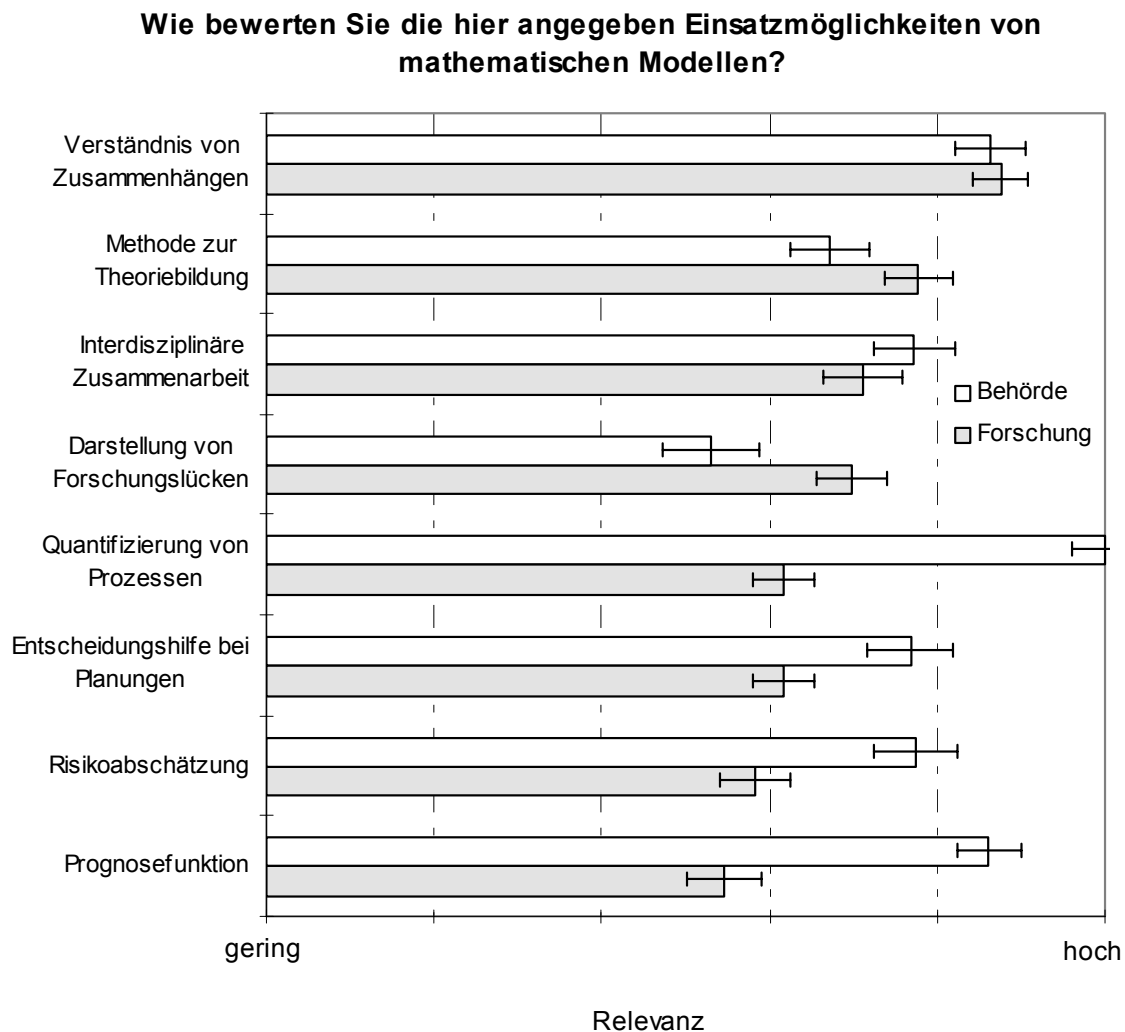


Abbildung 6.2: Einschätzung der Relevanz der Einsatzmöglichkeiten im Vergleich, sortiert nach der Rangfolge der Relevanzeinschätzung in der Forschung, errechnet aus den Mittelwerten der einzelnen Bewertungen mit Angabe der einzelnen Standardfehler, n (Forschung)=37, n (Behörde)=31.

Modelldarstellung

Die Modelldarstellung setzt sich aus verschiedenen Kriterien wie der Vollständigkeit der Modellbeschreibung, der Nachvollziehbarkeit, der Handhabung des Modells und der schriftlichen und verbalen Dokumentation zusammen. An diese Punkte wurden besonders durch die Zielgruppe der „Behörde“ sehr hohe Anforderungen gestellt, die von den Modellen selten erfüllt wurden. Nur die Bewertung der Modelle der Ökosystemforschung Wattenmeer fiel etwas besser aus. Allerdings war der Prozentanteil der Personen, die Modelle aus der Ökosystemforschung Wattenmeer kennen, recht gering. Die Diskrepanz zwischen den Bewertungen und den Erwartungen fiel in der Zielgruppe der „Behörde“ wesentlich größer aus als in der Gruppe der „Forschung“. Somit ist die Modelldarstellung für die Personen aus den Behörden mit einem großen Defizit behaftet.

Akzeptanz und Integration

Auf die Frage nach der Einschätzung der Akzeptanz von Modellen konnte eine grundsätzlich sehr positive Haltung gegenüber Modellen festgestellt werden. Die meisten Personen der beiden Zielgruppen beurteilten ihre Anschauung gegenüber Modellen als positiv bis kritisch, aber nie als negativ. Dies steht allerdings im Gegensatz dazu, dass in der Zielgruppe der „Forschung“ den Feldforschern die geringste Akzeptanz gegenüber mathematischen Modellen zuerkannt wurde. Möglicherweise ist die Akzeptanz der Feldforscher prinzipiell vorhanden, jedoch scheint es Probleme mit konkreten Modellen zu geben. Dieser Umstand kann möglicherweise aus der insgesamt eher schlecht bewerteten Zusammenarbeit zwischen Modellierern und Feldforschern innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer abgeleitet werden.

6.3 Methodik der Bewertung

Eine gemeinsame Bewertung von Modellen unterschiedlichster Modelltypen wurde bisher noch nicht durchgeführt. Daher war es notwendig ein einheitliches Evaluierungsschema zu entwickeln. Prinzip dieses Schemas ist, dass die Arbeiten mit Modellen unterschiedlichen Typs anhand der Modellaufgaben in verschiedene Zielkategorien eingeteilt werden können.

Damit die Modelle die Zielkategorien erreichen, müssen sie bestimmte Voraussetzungen und Modelleigenschaften erfüllen. In Tabelle 6.1 werden die Zielkategorien und die Voraussetzungen erklärt. Die Voraussetzungen, die zum Erreichen bestimmter Zielkategorien notwendig sind, sind im Evaluierungsschema (Abbildung 6.3) dargestellt. Um das Schema zu veranschaulichen, wird hier ein Beispiel zur Herangehensweise dargestellt: Ist die Zielkategorie des Modells die Prognose, so müssen zum Erreichen dieser Kategorie folgende Voraussetzungen erfüllt werden: Validierung der Daten, angepasster Detaillierungsgrad, eine gute Modelldarstellung und die Akzeptanz des Modells seitens der Nutzer.

Neben den Abhängigkeiten zwischen den Zielkategorien und den Voraussetzungen bestehen auch Zusammenhänge zwischen den einzelnen Voraussetzungen, die im folgenden kurz erläutert werden:

Detaillierungsgrad und Ergebnisanalyse

Ein hoher Detaillierungsgrad, der die räumliche und zeitliche Auflösung und die Prozessauflösung beschreibt, kann sich negativ auf die Ergebnisanalyse auswirken. Denn mit zunehmender Genauigkeit der abzubildenden Prozesse verlängert sich ein Modellsimulationslauf. Dies erschwert zunehmend die Ergebnisanalyse, denn diese erfordert ein häufiges Laufen des Modells mit unterschiedlichen Parametern, das nur dann effektiv möglich ist, wenn eine bestimmte Modellaufzeit nicht überschritten wird. Daher darf der Detaillierungsgrad nicht zu hoch sein, um noch eine Ergebnisanalyse zu ermöglichen.

Detaillierungsgrad und Validierung

Je höher der Detaillierungsgrad, desto mehr Variablen und Parameter enthält das Modell und desto mehr Messdaten werden zur Validierung der Modellergebnisse benötigt. Daher

sollte versucht werden, den Detaillierungsgrad so gering wie möglich zu halten, um das Modell noch validieren zu können.

Akzeptanz und Modelldarstellung

Neben allen genannten Voraussetzungen ist die Modelldarstellung die wichtigste Voraussetzung zum Erreichen der Akzeptanz eines Modells. Die Modelldarstellung ist die Verbindung zwischen den Modellierern und den Modellnutzern. Daher kann eine gut ausgeführte Darstellung einen wesentlichen Beitrag zur Akzeptanz eines Modells leisten.

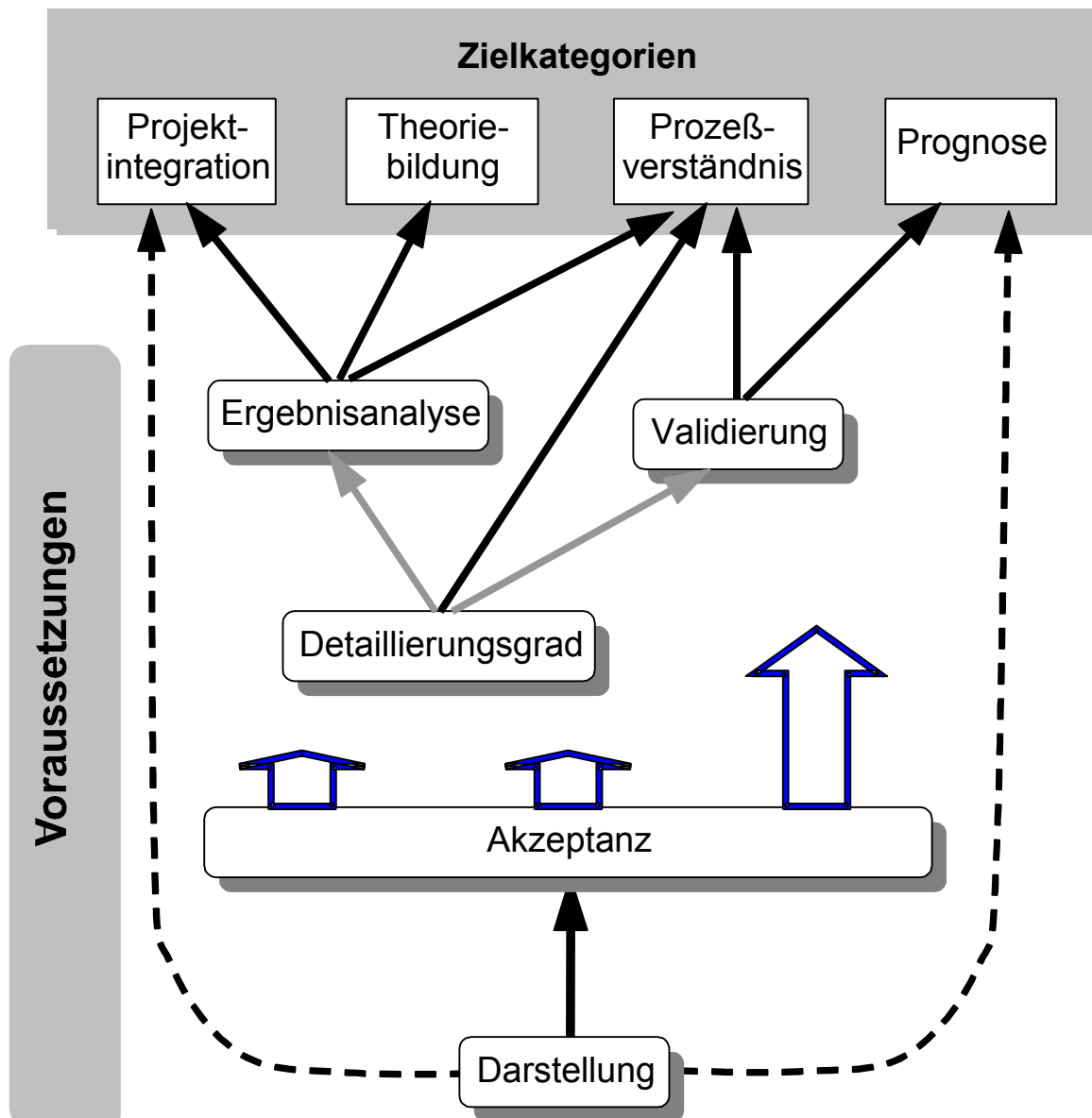


Abbildung 6.3: Evaluierungsschema mit den verschiedenen Modellzielkategorien und den entsprechenden Voraussetzungen

Tabelle 6.1: Erläuterung der verschiedenen Modellzielkategorien und der Voraussetzungen, die zum Erreichen dieser Zielkategorien benötigt werden.

Modellzielkategorie	Erläuterung
Prognose	Das Prognostizieren ist eine Einsatzmöglichkeit von Modellen, bei der eine zukünftige Entwicklung vorhergesagt wird. Prognostische Modelle werden von der Ökonomie oder vom Umweltschutz häufig als Managementwerkzeug eingesetzt, um Konsequenzen von bestimmten Maßnahmen abschätzen zu können.
Theoriebildung	Die Theoriebildung ist eine Zielkategorie von Modellen, bei der Hypothesen gebildet und überprüft werden. Es handelt sich meist um abstrakte Fragestellungen auf ökosystemarer Ebene.
Erweiterung des Prozesswissens	Unter dieser Modellzielkategorie werden konkrete Fragen zum Zusammenspiel ökosystemarer Prozesse behandelt. Meist handelt es sich um quantitative Fragestellungen.
Projektintegration	Darunter wird der Einsatz von Modellwerkzeugen (wie z. B. die Sensitivitätsanalyse) bei der Projektplanung verstanden. Dabei können beispielsweise kritische Parameter identifiziert werden, die bei den Messkampagnen besondere Berücksichtigung finden.
Voraussetzung	Erläuterung
Validierung	Unter der Validierung wird der Vergleich von Simulationsergebnissen mit Messergebnissen und die Parameterkalibrierung verstanden.
Ergebnisanalyse	Unter die Ergebnisanalyse fällt die Szenarienrechnung und die Sensitivitätsanalyse. Damit werden zum einen die Simulationsläufe des Standardlaufes diskutiert, zum anderen wird das Modellverhalten nach Änderungen von Parametern analysiert. Dies kann teilweise automatisch erfolgen.
Detaillierungsgrad	Der Detaillierungsgrad beinhaltet die Prozessauflösung (Auswahl der abgebildeten Prozesse) und die räumliche und zeitliche Auflösung.
Modelldarstellung	Die Modelldarstellung ist die Verbindung des Modells mit der Außenwelt. Darunter werden die verbalen und schriftlichen Dokumentationen, die Erläuterungen der Algorithmen und letztendlich die inhaltliche Nachvollziehbarkeit des Modells verstanden.
Akzeptanz	Die Akzeptanz ist eine Rahmenbedingungen, die zum Erreichen aller Modellzielkategorien notwendig ist, da ohne Akzeptanz das Modell nicht genutzt wird bzw. die Ergebnisse angezweifelt werden. Sie kann erreicht werden, indem die oben aufgeführten Voraussetzungen und Modelleigenschaften sorgfältig und den Anforderungen an das Modell entsprechend intensiv ausgeführt werden. Ein Maß für die Akzeptanz ist die Zusammenarbeit zwischen den Modellierern und den Feldforschern.

6.4 Ergebnisse der Evaluierung

Im diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Evaluierung gemeinsam mit den entsprechenden Modellen der Ökosystemforschung Wattenmeer vorgestellt. Die Bewertung findet sortiert nach den verschiedenen Modelltypen statt. Die Modellzielkategorien mit den benötigten Voraussetzungen werden zu Beginn kurz aufgeführt.

6.4.1 Empirisch-stochastisches Modell

Empirisch-stochastische Modelle zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf der Basis von beobachteten Daten und mit Hilfe von zufallsabhängigen Verfahren Ereignisse und Prozesse simulieren.

In der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden empirisch-stochastische Modelle zur Nachbildung von kleinskaligen Verteilungsmustern makro- und meiobenthischer Organismen eingesetzt (Pfeifer et al. 1992, 1993, 1996, Bäumer 1993).

Die empirisch-stochastischen Modelle wurden anhand ihrer Funktionen der Modellzielkategorie "Erweiterung des Prozesswissens" zugeordnet. Entsprechend dem Evaluierungsschema müssen zum erfolgreichen Erreichen dieser Kategorie folgende Voraussetzungen erfüllt werden: Validierung, Ergebnisanalyse, angepasster Detaillierungsgrad, Modelldarstellung und Akzeptanz des Modells. Da diese Voraussetzungen in sehr unterschiedlicher Qualität erfüllt wurden, muss das Modell insgesamt als nicht hinreichend bewertet werden. Zwar war die Validierung der Modelldaten aufgrund des geringen Detaillierungsgrades sehr gut durchführbar, jedoch schmälerte diese niedrige Prozessauflösung auch den Verständniskern. Der Einsatz von zusätzlichen Parametern hätte über eine Bestätigung von vorhandenen Hypothesen hinausgehen können. Die Darstellung der Modelle ist sehr ausführlich, trotzdem ist sie für Nichtmathematiker schwer nachvollziehbar. Auch die Erstellung einer graphischen Oberfläche konnte die Bewertung der Modelldarstellung nicht wesentlich verbessern. Zwischen der Modelliergruppe und den Feldforschern fand eine intensive Zusammenarbeit statt, die hauptsächlich auf konkreten Umsetzungen zu Versuchsanordnungen (z. B. Größe des Multicorers) basierte. Hierbei kam die inhaltliche Auseinandersetzung mit den Modellergebnissen, die zu einem Erkenntnisgewinn hätte führen können, zu kurz. Somit ist ein Nutzen der empirisch-stochastischen Modelle für die Erweiterung des Prozesswissens innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer nur bedingt vorhanden gewesen.

6.4.2 Automatische Lernalgorithmen

Ein Automatischer Lernalgorithmus dient in erster Linie der Analyse von hochdimensionalen Datensätzen (häufig Zeitreihen). Kennzeichnend für Automatische Lernalgorithmen ist das Trainieren von „intelligenten“ Algorithmen. Das Trainieren besteht darin, geeignete Regeln zu entwickeln, die die Datensätze möglichst korrekt und umfassend wiedergeben. Auf diese Weise reduzieren sich die Datensätze auf eine geringe Anzahl von Konstruktionsvorschriften, mit denen dann beispielsweise extrapoliert oder auch analysiert werden kann.

Unter den Automatischen Lernalgorithmen werden eine Vielzahl von neuen lernfähigen Verfahren gezählt, z. B. auch die Self-organized-Maps (SOM), die aus der Modellierung mit Neuronalen Netzen stammen. SOM sind eine Methode zur Datenreduktion und Mustererkennung.

Gegen Ende der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde ein Vertreter dieses Modelltyps eingesetzt (Kropp & Klenke 1997). Ein Ziel dieses Verfahrens war die Analyse von Sedimentdaten. Ferner galt es, kritische Messgrößen zu identifizieren und dadurch die Anzahl der Messparameter zu verringern. Der Einsatz des SOM diente allerdings primär der Entwicklung von Diagnosemethoden, die u. a. für die Erstellung eines Expertensystems (DIWA, Datenintegration und qualitative Dynamik im Wattenmeer, Kropp et al. 1998, 1999) eingesetzt werden sollen. Das Projekt DIWA will das verfügbare Wissen über das Wattenmeer aus unterschiedlichen Disziplinen sammeln und mit modernen Methoden verarbeiten. Als perspektivisches Ziel von DIWA ist auf der Basis des generierten und formalisierten Wissens die Entwicklung eines Expertensystem geplant, welches als Planungsinstrumentarium zum Erkennen und Beschreiben von Zuständen und Änderungen genutzt werden kann.

In der Evaluierung wird die SOM-Anwendung der Sedimentdaten und der potentielle Nutzen der Automatischen Lernalgorithmen als Vorstufe zum geplanten Expertensystem bewertet.

Aufgrund der oben schon aufgeführten Zielkategorie „Prognose“ werden folgende Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einsatz des Modells benötigt: Die Validierung der Messergebnisse, ein geschickt gewählter Detaillierungsgrad, eine gute Modelldarstellung und die Akzeptanz des Modells unter den Nutzern.

Der Einsatz von Automatischen Lernalgorithmen, der im Anschluss an die Ökosystemforschung Wattenmeer erfolgte, bildet als Datenmodellierung einen Zwischenschritt, der erst längerfristig auf Prognoseanwendungen hinzielt. Ob dieses Ziel innerhalb des noch laufenden Projektes DIWA erreicht werden kann, bleibt offen. Einige Voraussetzungen, die zum Erreichen der Prognosefähigkeit notwendig sind, scheinen bisher nicht in zufriedenstellendem Maße erfüllt zu werden. So bleibt zu bezweifeln, ob der begrenzte Umfang an Messdaten für eine ausreichende Validierung von Modellen genügt. Die Modelldarstellung, die bei anderen Modellen häufig zu kurz kommt, wurde hier dagegen von Beginn des Vorhabens an betont. Dies ist aus mehreren Gründen notwendig. Zum einen handelt es sich bei den Automatischen Lernalgorithmen um neuartige und daher weitgehend unbekannte Verfahren, zum anderen müssen gerade bei Prognoseeinsätzen Akzeptanzprobleme in der Feldforschung und im Umweltmanagement abgebaut werden. Ob es gelingt, mit Hilfe dieser neuartigen Methode ein zuverlässiges Vorhersagewerkzeug zu entwickeln, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht endgültig einschätzbar.

6.4.3 Prozeßorientiertes Modell

Modelle dieser Art beschreiben meist bestimmte Ausschnitte eines Systems. Zu ihrer Abbildung werden einfache oder partielle Differentialgleichungen genutzt.

Innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden zwei Gruppen von prozessorientierten Modellen erstellt: Schwarze-Flecken-Modelle und Miesmuschelmodelle. Bei den

Schwarze-Flecken-Modellen handelt es sich um mehrere Varianten eines Modells, die sich u. a. in ihrer Auflösung unterscheiden (Ebenhöh 1995 b,c). Diese Modelle haben zum Ziel, die Problematik der Bildung der schwarzen Flecken, die unter bestimmten Bedingungen auf dem Wattsediment entstehen, zu simulieren. Die Miesmuschelmodelle hatten zum Ziel, die Bestandsschwankungen von Miesmuscheln oder deren Rolle für das Ökosystem zu simulieren (Ebenhöh & Simoneit 1995, Knof 1995, Körte 1994).

Prozessorientierte Modelle werden meist eingesetzt, um fachspezifische Fragen mit hohem Detaillierungsgrad zu beantworten. Damit fallen Modelle diesen Typs in die Zielkategorie „Erweiterung des Prozesswissens“. Somit werden folgende Voraussetzungen zum erfolgreichen Gelingen des Modells benötigt: Validierung der Modellergebnisse, eine sorgfältige Ergebnisanalyse, ein ausreichend gewählter Detaillierungsgrad und eine gute Modelldarstellung, welche zu einer guten Akzeptanz des Modells führen sollte.

Die Zielkategorie „Erweiterung des Prozesswissens“ ist bei den Schwarze-Flecken-Modellen erreicht worden. Entsprechend des Evaluierungsschemas sind die genannten Voraussetzungen und Modellierungsschritte in zufriedenstellender Form geschaffen und bearbeitet worden. Betont werden muss der gelungene Kompromiss bei der Festlegung des Detaillierungsgrades. Auf diese Weise war genügend Realitätsnähe gewährleistet und zudem eine geringe Anzahl an Variablen, so dass das Modell noch validierbar blieb. Die durchgeführte Ergebnisanalyse ist ebenfalls zufriedenstellend, allerdings hätte sie methodisch erweitert werden können. Die sorgfältige Modelldarstellung führte gemeinsam mit den anderen oben erwähnten Kriterien zu einer guten Akzeptanz unter den meisten Feldforschern, so dass diese Modelle als ein erfolgreicher Einsatz in der Ökosystemforschung Wattenmeer bezeichnet werden können.

Die Miesmuschelmodelle sind dagegen als weniger erfolgreich zu bewerten. Zwar wurden sie aufgrund der recht guten Zusammenarbeit mit den Feldforschern akzeptiert, jedoch wurde die Validierung und der Detaillierungsgrad nur unbefriedigend bearbeitet. Die Anzahl der Variablen war zum Teil so hoch, dass die Validierung nur sehr begrenzt möglich war. Ferner wurde das ursprüngliche Modellziel (Bestandsschwankungen von Miesmuscheln und deren Rolle für das Wattenmeer) nicht bearbeitet, so dass ein Nutzen dieser Modelle für das Vorhaben nur schwer zu erkennen war.

6.4.4 Stoffkreislaufmodell

Stoffkreislaufmodelle sind komplexe prozessorientierte Modelle, die auf Abbildungen von Nährstoffkreisläufen basieren. Typischerweise handelt es sich dabei um die Nährstoffe Stickstoff oder Phosphor.

Innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden zwei Stoffkreislaufmodelle für die beiden Untersuchungsgebiete erarbeitet. Für das Schleswig-Holsteinische Wattengebiet wurde das Sylt-Rømø-Bucht-Modell (SRBM, Fast et al. 1998) erstellt und für das Niedersächsische Wattengebiet das Modell AQEM (AQuatic Ecosystem Model, Ebenhöh 1995a, 1997). Diese beiden Modelle hatten zum Ziel, funktionale Teilausschnitte des Ökosystems Wattenmeer zu simulieren.

Stoffkreislaufmodelle können potentiell alle genannten Zielkategorien erfüllen. Daher wurden die folgenden vier Kategorien auch bei der Bewertung der Modelle berücksichtigt: „Prognose“, „Erweiterung des Prozesswissens“, „Theoriebildung“ und „Projektintegration“. Daraus resultiert, dass zum erfolgreichen Erreichen der verschiedenen Zielkategorien alle genannten Voraussetzungen und Arbeitsschritte durchgeführt und erfüllt werden müssen.

Bezüglich der im Evaluierungsschema aufgestellten Zielkategorien ist die Modellierung mit AQEM unterschiedlich einzuschätzen. Eine Prognosefähigkeit des Modells wird mittelfristig aufgrund fehlender Datensätze und der hohen Anzahl an Variablen und Parameter nicht erreicht werden können. Trotz der hohen Variablenzahl benötigt das Modell dennoch an einigen Stellen eine detailliertere Prozessauflösung, die aber keinesfalls über eine Erhöhung der Variablen, sondern mit Hilfe anderer Methoden realisiert werden muss. Dabei hat gerade die Modellierung mit AQEM eine wichtige Methodenentwicklung zur Verbesserung der Modellstruktur geleistet. Die durchgeführte Ergebnisanalyse hätte ausführlicher und (möglichst) automatisiert erfolgen können. Die Zielkategorie Wissenserweiterung konnte nur eingeschränkt erfüllt werden. Das Wissen, das mit Hilfe der Simulationen über die Eigenschaften des Modells und somit (mit Einschränkungen) über das System Wattenmeer gewonnen wurde, wurde nur in geringem Maße von den Modellierern zu den Feldforschern weitergeleitet. Umgekehrt stellten Feldforscher kaum Detailfragen an die Modellierung. Ein Hauptproblem des Modells AQEM liegt daher in der zu geringen Zusammenarbeit zwischen Modellierern und Feldforschern, was bei letzteren zu einer Verstärkung der bereits vorhandenen Akzeptanzschwierigkeiten führte. Die Akzeptanzschwierigkeiten konnten auch nicht durch die besonders gelungene und benutzerfreundliche Bildschirmoberfläche und durch die leichte Handhabung des Modells am Rechner überwunden werden. Aus diesen Gründen muss der Einsatz von AQEM im Verbundvorhaben Ökosystemforschung Wattenmeer als nicht zufriedenstellend bezeichnet werden.

Das Stoffkreislaufmodell für die Sylt-Rømø-Bucht (SRMB) hat bisher ebenfalls noch nicht die verschiedenen Modellziele erreicht. Für die Prognosefähigkeit ergibt sich dasselbe Problem wie für AQEM. Es wird für die hohe Anzahl an Parametern und Variablen nicht genügend Datensätze zur Validierung geben. Für einen Prognoseeinsatz kommt erschwerend die extrem lange Laufzeit des Modells hinzu, die ein praktisches Arbeiten mit dem Modell unmöglich machen wird. Sie erschwerte auch die Ergebnisanalyse, so dass Defizite hinsichtlich einer Theoriebildung oder des Verständnisgewinns zu Detailprozessen auftauchen. Der späte Beginn der Modellierung machte eine positive Integration des Modells innerhalb des inzwischen abgeschlossenen Vorhabens unmöglich, auch wenn schon seit 1994 eine Kommunikation zwischen den Modellierern und Feldforschern bestand.

Insgesamt war der Stellenwert beider Ökosystemmodelle im Gesamtvorhaben zu gering. Eine von vornherein eingeplante und „übergeordnete“ Funktion der Modelle hätte sicherlich zu wesentlich mehr und besseren Resultaten geführt.

6.4.5 Gitterbasiertes Modell

In gitterbasierten Modellen wird das zu beschreibende Gebiet durch ein Gitter in räumliche Einheiten (z. B. Quadrate) unterteilt. Die Größe der Einheiten orientiert sich an der Fragestellung, an den zu beschreibenden Prozessen und den biologischen Einheiten (z. B. Individuen), denen ein bestimmter ökologischer Zustand zugeordnet wird. Dabei richtet sich die Anzahl der möglichen Zustände nach der Fragestellung, den zu beschreibenden Prozessen, der verfügbaren biologischen Information und der Größe der Quadrate. Mit Hilfe von Regeln wird dann beschrieben, wie sich der Zustand eines jeden Quadrates während eines Zeitschrittes verändert. Somit können mit diesem Modelltyp raum-zeitliche Strukturen und deren Veränderungen untersucht werden.

Mit gitterbasierten Modellen wurden innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer verschiedene Fragestellungen zur räumlichen Verteilung von benthischen Arten im Wattenmeer (Grimm 1998 et al, Heuers et al. 1998) bearbeitet. So interessierten Fragen zur Aggregationen in einem Feld von Bäumchenröhrenwurm und wie die großräumige Verteilung des Makrozoobenthos erklärt werden kann (Grimm et al. 1998).

Die gitterbasierten Modelle in der Ökosystemforschung Wattenmeer sollten Modellziele aus der Kategorie „Theoriebildung“ erreichen. Entsprechend des Evaluierungsschemas ist daher auf eine sorgfältige Ergebnisanalyse, eine gute Modelldarstellung und auf die Akzeptanz des Modells seitens der Nutzer zu achten. Die Ergebnisanalyse hätte bei diesen Modellen ausführlicher erfolgen müssen, um die Dynamik des Modells besser zu verstehen. Dies war jedoch unter der Zeitlimitierung nicht möglich. Grundsätzlich bietet sich die Anwendung von gitterbasierten Modelle an, wenn ausgeprägte räumliche Wechselwirkungen simuliert werden sollen. Aufgrund des dominierenden Strömungsregimes sind diese Wechselwirkungen im Wattenmeer nur schwach aufzufinden, so dass die gitterbasierten Modelle wenig neue Resultate im Rahmen der Theoriebildung hervorbringen konnten. Dennoch brachte die Modellierung sehr positive Beiträge für die Ökosystemforschung Wattenmeer. So wurde durch die sehr gute Modelldarstellung und eine intensiven Zusammenarbeit mit den Feldforschern eine verbesserte Akzeptanz für die mathematische Modellierung erreicht.

6.4.6 Abiotisches Modell

Unter abiotischen Modellen werden Modelle verstanden, die entweder gar keine oder wenige biologische Komponenten aufweisen. Hierzu gehören z. B. sedimentchemische, hydrographische oder meteorologische Modelle.

In der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde ein hydrographisches Modell (Backhaus et al. 1995, Backhaus et al. 1998) für die beiden untersuchten Wattengebiete eingesetzt und ein Modell zur Schwebstoffmodellierung erarbeitet (Fanger et al. 1995, Austen et al. 1996).

Den abiotischen Modelle wurden die Zielkategorie Erweiterung des Prozesswissen zugeordnet. Damit sollten für das erfolgreiche Erreichen dieser Zielkategorie folgende Voraussetzungen erfüllt werden: Validierung, Detaillierungsgrad, Durchführung einer Ergebnisanalyse, Modelldarstellung und die Akzeptanz des Modells.

Die abiotischen Modelle, die innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer Anwendungen gefunden haben, können aufgrund der insgesamt sorgfältig durchgeführten Modellierung als gut bewertet werden. Die Zielkategorie "Erweiterung des Prozesswissens" wurde in unterschiedlichem Grad erreicht.

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz war die klare Modellfragestellung mit den deutlichen Bezügen zu den Projektaufgaben. Die Modelldarstellung war den Anforderungen gewachsen. Die hydrographischen Modelle wie auch das Schwebstoffmodell trafen daher auf eine hohe Akzeptanz im Verbundvorhaben.

Während die hydrographische Modellierung eher Dienstleistungscharakter hatte, verfolgte das Schwebstoffmodell eine eigene Fragestellung, die es auch zum Teil beantworten konnte. Hier hätte es jedoch einer intensiveren Ergebnisanalyse bedurft, vor allem um den Detaillierungsgrad des Modells gezielt zu verringern bzw. anzupassen. Der hohe Detaillierungsgrad führt dazu, dass die Modellaufzeiten für die meisten Anwendungen zu lang und damit das Modell unhandlich ist. Wie noch viele andere physikalischen Modelle, hat das Schwebstoffmodell Probleme, die Wirkungen von Extremereignissen abzuschätzen.

7 Informationssysteme

Michael Reetz, Thilo Mages-Dellé

EDV-gestützte Informationssysteme sind heute in vielen Bereichen zu Standardwerkzeugen geworden. Ihr Zweck ist es, Informationen zu verschiedensten Aufgaben vorzuhalten, leicht verfügbar und überschaubar zu machen. Sie geben Auskunft über Zustände und Entwicklungen und helfen beim Treffen von Entscheidungen. Datenbanken bilden den Kern von Informationssystemen. In ihnen werden die Basisdaten strukturiert gespeichert, die für das jeweilige System benötigt werden. Über Benutzeroberflächen gesteuert erfolgt dann mit Hilfe unterschiedlicher Werkzeuge die Auswahl und ggf. die Verarbeitung und Visualisierung der Auswahl- bzw. Verarbeitungsergebnisse. Beispiele für Informationssysteme in diesem Sinne sind die Literaturdatenbanken vieler Bibliotheken mit ihren Oberflächen zur Unterstützung von Recherchen, der Umwelt-Datenkatalog des Landes Niedersachsen und das Informations- und Dokumentationssystem Umwelt (UMPLIS) des Umweltbundesamtes.

Eine spezielle Form der Informationssysteme bilden die Geographischen Informationssysteme (GIS). Diese unterscheiden sich insofern von anderen Informationssystemen, als dass sie raumbezogene Informationen enthalten, d.h., in ihnen werden reale (z.B. Topographien) oder virtuelle (z.B. Grenzen administrativer Einheiten) Objekte der Erdoberfläche als Geometrien durch Koordinaten abgebildet und mit den sie beschreibenden Daten (Eigenschaften) verknüpft.

Ein GIS besteht aus den Komponenten Hardware, Software, Daten und Anwendungen und dient der Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation raumbezogener Daten (Bill & Fritsch 1991). Je nach verwendeter Software werden die Sachdaten zusammen mit den Geometriedaten in Tabellen einer Datenbank unter Einbeziehung eines Datenbankmanagementsystems (DBMS) gespeichert und verwaltet oder die Geometriedaten werden getrennt von den Sachdaten und unabhängig vom DBMS von der GIS-Software gespeichert und verwaltet. Detaillierte Darstellungen der GIS-Technologie und –Methoden sowie von Anwendungsbeispielen finden sich in der Fachliteratur (z.B. Bill & Fritsch 1991, Esri 1992, Göpfert 1995, Bill 1996, Liebig 1997) und speziellen Zeitschriften (z.B. GIS, GIS Europe, International Journal of GIS).

7.1 Einsatz Geographischer Informationssysteme (GIS) in der Ökosystemforschung

Geographische Informationssysteme wurden in Deutschland u.a. in MAB-Projekten, in Ökosystemforschungsvorhaben und in der Umweltbeobachtung eingesetzt. Einen Überblick hierzu findet man in Ashdown & Schaller (1990).

Zwei Beispiele aus der „neueren“ Ökosystemforschung wurden nachfolgend kurz herausgegriffen und dargestellt. Beide hatten Vorbildcharakter sowohl in methodischer als auch in instrumenteller Hinsicht für die Geographischen Informationssysteme der Ökosystemforschung Wattenmeer.

In der "Ökosystemforschung Berchtesgaden" (1984 – 1991) wurde ein Geographisches Informationssystem aufgebaut, das zum einen Daten zur Topographie und zu verschiedenen thematischen Erhebungen als Basis für Modelle zur Verfügung stellte, zum anderen aber auch zur Modellierung selbst sowie zur Speicherung, Verwaltung und Darstellung von Modellergebnissen eingesetzt wurde. Eine Funktion war z.B. die Extrapolation von Erkenntnissen aus Testgebieten auf das gesamte Untersuchungsgebiet. Dadurch standen die wesentlichen Eigenschaften des gesamten Untersuchungsgebietes in Form einer Datenbank für die Auswertung mit Computermodeilen zur Verfügung (Ashdown & Schaller 1990).

In der "Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette", Schleswig-Holstein, wird seit 1989 (z.T. aufbauend auf dem Projekt "Entwicklung und Erprobung einer Konzeption zur integrierten regionalisierenden Umweltbeobachtung am Beispiel Schleswig-Holsteins") ein Geographisches Informationssystem aufgebaut und eingesetzt. Auch hier ist das Geographische Informationssystem sowohl Datengrundlage als auch Auswertungs- und Darstellungswerkzeug für Modelle. Darüber hinaus ist geplant, die Modelle zusammen mit den Grundlagendaten unter Verwendung der GIS-Software so einzusetzen, dass ein Werkzeug für Umweltplaner entsteht, das die Ableitung ökologisch akzeptabler Lösungswege in der Planung ermöglicht (Fränze 1998a).

7.2 GIS-Einsatz in der "Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer"

Seit 1991 wurde im Rahmen des Ökosystemforschungsvorhabens Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer am Aufbau eines Geographischen Informationssystems für den Einsatz sowohl im Forschungsvorhaben als auch in der Nationalparkbehörde gearbeitet. Erfahrungen mit dem Einsatz von Geographischen Informationssystemen in der Ökosystemforschung lagen zu Beginn des Vorhabens vor allem aus dem terrestrischen Bereich vor und mussten auf den Wattenmeerraum übertragen werden. Parallel wurden Geographische Informationssysteme zur Verarbeitung wattenmeerbezogener Daten im niedersächsischen Teilvorhaben und bei der GKSS aufgebaut.

"Projektziel war der Aufbau eines Informationssystems in der Nationalparkbehörde, in dem alle ökologisch und planerisch verwertbaren Daten des Wattenmeeres in Schleswig-Holstein verfügbar sind" (Kellermann et al. 1996).

7.2.1 Stellung des GIS in der "Leuschner-Studie"

In der "Leuschner-Studie" (LEUSCHNER 1989) wurde das schleswig-holsteinische Teilprojekt "Ökosystemforschung Wattenmeer" in zwei Bereiche, angewandte Ökosystemforschung (Teil A) und grundlagenorientierte Ökosystemforschung (Teil B), eingeteilt. Der angewandte Arbeitsbereich umfasste Untersuchungen zu den strukturellen Eigenschaften des Mensch-Natur-Systems im Wattenmeer. Diese sollten sowohl auf ihre räumliche als auch auf ihre zeitliche Variabilität hin betrachtet werden. "Wichtiges Hilfsmittel hierbei [soll] ein Geographisches Informationssystem sein, welches eine Vielzahl von in ihrem Flächenbezug – also in ihrer räumlichen Variabilität – erhobenen Parametern enthalten [soll]. Die zeitliche Variabilität der betrachteten Systeme [soll] anhand der Analyse historischer und aktueller Veränderun-

gen untersucht [werden]” (Leuschner 1989). Der grundlagenorientierte Arbeitsbereich beschäftigte sich mit den das Wattenmeer kennzeichnenden Transportprozessen und Stoffkreisläufen, also funktionalen Eigenschaften des Systems.

Zum Aufbau dieses GIS sah die Studie zwei Teilbereiche vor. Der erste behandelte den Aufbau eines Wattenmeerinformationssystems und wurde in die Teilprojekte Geographisches Informationssystem, Umweltatlas Wattenmeer und Aufbau von Datenbanken zu verschiedenen Zwecken unterteilt.

Das Wattenmeerinformationssystem (WATiS) wird als zentrale Einrichtung für das gesamte deutsche Wattenmeer gesehen. Die Nutzung des zum Zeitpunkt der Erstellung der Leuschner-Studie gerade im Aufbau befindlichen WATiS der GKSS wurde als sinnvoll erachtet, da sich die Zielsetzungen des Systems weitgehend mit den Anforderungen der Ökosystemforschung Wattenmeer deckten. Diese sind:

- vertraglich gesicherter Zugang auf die Datenbank und die Anwendersoftware für die am Projekt beteiligten Wissenschaftler sowie die mit dem Wattenmeer befassten Ämter,
- durch geeignete Hard- und Softwarevorkehrungen gewährleisteter Datenschutz im Sinne des Datenschutzgesetzes der Bundesrepublik,
- Anwenderfreundlichkeit der Datenbank durch eine geeignete Peripherie und Software,
- Möglichkeit des dezentralen Zugriffs einschließlich Ein- und Ausgabe von Daten von definierten Standorten und
- freier Austausch von Daten innerhalb des Gesamtvorhabens unter Beachtung des allgemeinen Datenschutzes.

Das aufzubauende GIS sollte alle ökologisch und planerisch bedeutsamen sowie geographisch fassbaren Daten des Wattenmeeres speichern und eine graphische und tabellarische Darstellung einzelner oder miteinander verknüpfter Variabler auf der Basis von ihrer räumlichen und zeitlichen Variabilität erhobenen Parametern erlauben. Das WATiS sollte die Zentraleinheit des Systems bilden. Die Kompatibilität zu bereits in verschiedenen Ämtern (Umweltbundesamt, Nationalparkbehörden) eingesetzten Gis-Systemen SICAD² und ARC/INFO³ sollte dabei gewährleistet sein.

”Mit dem geographischen Informationssystem für das Wattenmeer soll den mit Vorsorge-, Schutz- und Planungsaufgaben im Lebensraum Wattenmeer befassten Institutionen ein Instrumentarium zur Verfügung gestellt werden, das die notwendige Information in aktueller Form darbietet” (Leuschner 1989). In Anhang 1 der Leuschner-Studie war eine Liste von Parametern angegeben, die in das WATiS aufgenommen werden sollten. Die Erhebung dieser punkt-, linien- oder flächenhaften Parameter sollten flächendeckend erfolgen. Quellen

² Geographisches Informationssystem der Firma Siemens

³ Geographisches Informationssystem der Firma ESRI

der Daten waren neben den Teilprojekten der Ökosystemforschung auch Dienststellen des Bundes und des Landes sowie verschiedene Forschungseinrichtungen.

Die Liste ist nach neun thematischen Oberbegriffen gegliedert, die wiederum in 41 Unterbegriffe unterteilt sind, welche z.T. thematische Kartenebenen (Layer) eines GIS darstellen (z.B. Bundeswasserstraßen, Schifffahrtswege, Häfen, landgebundene Verkehrswege, Versorgungsleitungen, Informationseinrichtungen, Küstenschutzbauwerke, marine Sedimente). Unter diesen sind ca. 170 Einzelbegriffe genannt, die z.T. genauere Spezifikationen (Attribute) der Layer sind (Typ und Besitzverhältnisse von Versorgungsleitungen, Art und Ausmaß von Küstenschutzmaßnahmen etc.), aber auch selbst thematische Layer darstellen können (z.B. administrative Einheiten der Raumgliederung, Verbreitung von Miesmuschel-Wildbänken im Eu- und Sublitoral). Für eine Reihe von Parametern ist kein expliziter Raumbezug angegeben (z.B. mittlere Werte von Klimadaten, räumliche Verbreitung von Erwerbsstruktur und Wertschöpfung), so dass erst durch die Kombination mit anderen thematischen Layern (z.B. administrative Einheiten) ein konkreter Raumbezug hergestellt werden kann.

Der Umweltatlas Wattenmeer sollte den Lebensraum Wattenmeer mit seinen natürlichen Ressourcen, Nutzungsformen und Belastungen in Form von Karten einer breiteren Öffentlichkeit näher bringen. Der dritte thematische Schwerpunkt ist der Aufbau von Datenbanken zu verschiedenen Zwecken. Hier ist an die von den Projekten erhobenen Daten gedacht, die nicht unmittelbar oder nicht raumbezogen sind. Auch für diese Daten wird die Speicherung im WATiS vorgeschlagen. Sie können u.a. zur Validierung von Modellrechnungen verwendet werden.

Der zweite in der Studie vorgesehene Teilbereich zum Thema GIS betrifft die Felderhebungen für das Wattenmeerinformationssystem. Von zwölf Teilvorhaben sollen Vegetations- und Biotopkartierungen der terrestrischen Bereiche des Wattenmeeres sowie des Eu- und Sublitorals erfolgen. Außerdem ist die Kartierung bzw. das Monitoring von Brut- und Rastvögeln sowie von Fischen, Krebsen, Muscheln, Robben und Schadstoffen vorgesehen. Darüber hinaus ist für den Arbeitsbereich "Entwicklung eines Schutz- und Managementkonzeptes für die Salzwiesen, Dünen, Strände und übrigen schutzwürdigen semiterrestrisch-terrestrischen Ökosystem des Wattenmeeres" (Leuschner 1989) der Einsatz des WATiS bei der Erstellung eines flächendeckenden Bewertungssystems vorgesehen.

Der GIS-Einsatz wurde in den weiteren in der Studie angeführten Arbeitsbereichen zwar nicht explizit erwähnt, aufgrund der vorgesehenen flächenhaften Erhebungen z.B. der sozio-ökonomischen Untersuchungen und der Untersuchungen zu Bioindikatoren im Supralitoral boten sich aber weitere Einsatzmöglichkeiten an. Auch im grundlagenorientierten Arbeitsbereich B war der GIS-Einsatz prinzipiell möglich, vor allem bei der "Erfassung der Rahmenbedingungen im Sylt-Rømø-Wattenmeer".

Die "Leuschner-Studie" stellte das GIS als wesentliches Instrument zur Erfassung, Verarbeitung (Verknüpfung) und Darstellung raumbezogener Daten des Wattenmeeres dar. Dabei wird auf seine Relevanz für Vorsorge-, Schutz- und Planungsmaßnahmen im Wattenmeer hingewiesen. Die Anforderungen an das System wurden definiert, ebenso der Einsatzbereich (Untersuchungen zu den strukturellen Eigenschaften des Mensch-Natur-Systems im

Wattenmeer hinsichtlich räumlicher und zeitlicher Variabilität). Aus den Anforderungen an das System ergibt sich (unter Berücksichtigung des Zeitpunktes ihrer Formulierung), dass kommerzielle GIS-Software Produkte allein nicht als Basis des Wattenmeerinformationssystems geeignet sind. Deshalb wurde das in der Entwicklung befindliche WATiS der GKSS als zentrale Einheit des Systems vorgeschlagen. Ein im Anhang der Studie wiedergegebenes Konzeptpapier des WATiS verdeutlicht, dass kommerzielle GIS- und andere Softwareprodukte im Gesamtsystem Teilaufgaben wahrnehmen können. Während die Strukturierung und Speicherung der Daten sowie die Ermöglichung des externen Zugriffs auf diese durch eine Datenbankanwendung der GKSS geleistet werden sollte, sollten für die Auswertung und Weiterverarbeitung GIS- und Statistikpakete verwendet werden.

7.2.2 Aufbau und Einsatz des GIS in der "Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer"

Aufbau und Einsatz des GIS in der "Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer" sind im Abschlußbericht des Teilprojektes "Geographisches Informationssystem" beschrieben (Kohlus 1997).

Der Aufbau und der Einsatz des Geographischen Informationssystems innerhalb des Teilprojektes fand von 1991 bis 1994 statt. In der anschließenden Synthesephase des angewandten schleswig-holsteinischen Teilvorhabens wurde der Einsatz intensiviert und in die Arbeit der Nationalparkbehörde integriert.

Ausgangsbasis für den GIS-Aufbau war das in der "Leuschner-Studie" entwickelte Konzept mit WATiS als zentraler Einheit. Beim Nationalparkamt (NPA) in Tönning wurde die Workstation-Version der GIS-Software ARC/INFO installiert, um die in der Wattenmeerdatenbank (WADABA) des WATiS abgelegten Daten einzulesen und zur weiteren Aufbereitung und Auswertung weiterzuverarbeiten. Die Zuwendungsempfänger beider angewandter Teilvorhaben der Ökosystemforschung waren vom Umweltbundesamt vertraglich verpflichtet worden, die in den Projekten erhobenen Daten kontinuierlich zur Eingabe in das WATiS abzugeben, so dass die Datenbasis für die GIS-Arbeit im Rahmen des vorgesehenen Konzeptes gesichert schien.

Mehrere Faktoren führten dazu, dass ein anderer Weg beschritten werden musste. Zum einen war die Aufbereitung der Daten für die Eingabe in das WATiS extrem zeitaufwendig, da für die Arbeit der Projekte in den seltensten Fällen relationale Datenstrukturen entwickelt wurden. Ein Grund hierfür ist sicherlich, dass relationale Datenbankmanagementsysteme für die im allgemeinen verwendeten PC-Systeme nicht zur Verfügung standen, ein anderer, dass für viele Auswertungen z.B. mit Statistikprogrammen, Matrizen oder andere Datenformate benötigt wurden und keine relationalen Tabellen. Dadurch verzögerte sich die Eingabe der Daten in die WADABA bis zum Ende der Hauptphase. Zum anderen konnte die Datenfernübertragungsverbindung (DFÜ) zwischen dem Nationalparkamt und der GKSS aus technischen und organisatorischen Gründen erst Anfang 1994 realisiert werden, so dass der Austausch von Daten erst zum Ende des Projektes ermöglicht wurde.

Auf der anderen Seite stand die direkte Nutzung des GIS in der Nationalparkbehörde stärker im Mittelpunkt des Interesses, da von Seiten der Teilprojekte größere Erwartungen an die Nutzbarkeit des GIS geknüpft wurden, als an die zentrale Datenbank der GKSS.

Der flächendeckende Ansatz im Hinblick auf die Nutzung und Entwicklung von Grundlagen für einen Nationalparkplan für das schleswig-holsteinische Wattenmeer lieferte den Rahmen für den GIS-Aufbau. In Absprache mit dem niedersächsischen Teilvorhaben und der GKSS wurden Grundlagendaten in den Maßstäben 1:100.000 und 1:5.000 erfasst, um den Datenerhebenden in den Teilprojekten einheitliche Kartiergrundlagen liefern zu können. Beispiele für Kartierungen im Maßstab 1:100.000 sind Erfassungen von Robbenliegeplätzen, Seegraswiesen, Grünalgenbedeckungen, Muschelkulturflächen und Naturbänken sowie von sozioökonomischen Daten. Im Maßstab 1:5.000 wurden die Morphologie des Wattenmeeres und die Topographie der angrenzenden terrestrischen Bereiche sowie Salzwiesenkartierungen erfasst. Neben den topographischen Daten dieses Maßstabs wurden vom GIS-West des Forschungs- und Technologiezentrums (FTZ) Westküste Daten zur touristischen und landwirtschaftlichen Flächennutzung, zum Küstenschutz und rechtlichen Gebietsstatus sowie zu ökologisch wertvollen Landschaftsbestandteilen im Rahmen von Werkverträgen erfasst.

In der Hauptphase des A-Teils wurde das GIS im wesentlichen zur Darstellung von Daten zu Präsentationszwecken für die Teilprojekte genutzt. Neben der Präsentation wurde das Geographische Informationssystem auch zu Planungszwecken eingesetzt. Dazu zählen die Erfassung von Robbenliegeplätzen als Grundlage für die Ausweisung von Ruhezeiten im Nationalpark und die Erfassung von Miesmuschelkulturflächen und –wildbänken als Grundlage für die Schaffung von Ersatzflächen außerhalb der Kernzonen des Nationalparks. Die vom GIS-West gelieferten Daten wurden durch Verschneidung und Ergänzung zu neuen Informationsschichten verarbeitet.

Weiteres Einsatzgebiet des Geographischen Informationssystems war die Darstellung von Ergebnissen eines im Teilprojekt entwickelten räumlichen Interpolationsmodells für Wetterdaten. Klimadaten von neun Stationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) wurden vom Modell genutzt, um Werte für Rasterzellen zwischen den Stationen zu interpolieren. Die den Rasterzellen zugewiesenen Werte wurden dann mit dem GIS zu Isolinkarten verarbeitet. Aufgrund des sehr einfachen Modells konnte nur näherungsweise ein räumliches Bild der Witterungsverhältnisse zu definierten Zeiten geliefert werden. Die Ergebnisse in Kartenform wurden als Serviceangebot von den Teilprojekten genutzt.

Insgesamt ist für den GIS-Einsatz in der Hauptphase des angewandten Teils der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer festzustellen, dass trotz der knappen personellen Ausstattung, der fehlenden Vorlaufzeit zur Erfassung von Grundlagendaten und des engen Zeitrahmens gute Ergebnisse erzielt wurden. Die Einsatzmöglichkeiten eines GIS wurden an Beispielen für unterschiedlichste Bereiche demonstriert und die Ergebnisse konnten für vielfältige Zwecke eingesetzt werden.

In der Synthesephase des angewandten Teils der "Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer" wurde das GIS zur Erstellung von thematischen Karten für die Nationalparkbehörde und für die Erstellung des Umweltatlanten Wattenmeer Band 1 „Nordfrie-

sisches und Dithmarscher Wattenmeer“ eingesetzt. Bei der Erstellung des Teilsyntheseberichtes wurde das Geographische Informationssystem für die Raumbewertung hinzugezogen und deren kartographische Ausprägung und Darstellung, wie z.B. von Risikokarten oder Schutzzonen eingesetzt (Stock et al. 1996). Die kartographischen Abbildungen für den ersten Band des Umweltatlanten wurden auf der Grundlage von ARC-INFO Daten mit Graphikprogrammen erstellt.

7.3 GIS-Einsatz in der "Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer"

Im niedersächsischen Teilvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer sollte analog zu Schleswig-Holstein ein GIS für den Einsatz sowohl im Forschungsvorhaben als auch in der Nationalparkbehörde aufgebaut werden. Dabei wurde in drei Teilprojekten mit unterschiedlichen Schwerpunkten zum Thema Geographisches Informationssystem gearbeitet.

Zum einen war der Aufbau und Einsatz eines GIS auf Basis der Workstation-Version von ARC/INFO in der Vorphase des angewandten Teils Aufgabe der Steuergruppe und wurde in der Hauptphase fortgesetzt. Zum anderen wurden in der Hauptphase in einem Teilprojekt Methoden zur Nutzung von Fernerkundungsdaten mit Hilfe von IDRISI, einer im wesentlichen rasterorientierten GIS-Software entwickelt. Darüber hinaus wurde in einem weiteren Teilprojekt der Hauptphase an der Kopplung eines Seegangmodells mit einem GIS unter ARC/INFO gearbeitet.

7.3.1 Stellung des GIS in der „ARSU“-Programmkonzeption

In der von der Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung (ARSU 1989) vorgelegten "Programmkonzeption zur Ökosystemforschung im niedersächsischen Wattenmeer" wurden die Aufgaben und die Bedeutung des GIS innerhalb des niedersächsischen Teilvorhabens zur Ökosystemforschung Wattenmeer beschrieben.

Es wurde festgestellt, dass Grundlage des Vorhabens "eine Bestandserhebung (Zustandsbeschreibung) nach allen benötigten fachlichen Kategorien" (ARSU 1989) ist, die "zunächst Ergebnis einer Literaturlauswertung und einer Zugänglichmachung möglichst aller nicht publizierten Daten" ist und "in zweiter Linie das Ergebnis von ergänzenden Erhebungen". Weiterhin, dass die dabei gesammelten Daten nur dann überprüfbar und benutzbar sind, "wenn sie in ein allen potentiell Beteiligten zugängliches Datenverarbeitungssystem eingebracht worden sind und jede Information mit Hilfe dieses Datenverarbeitungssystems sowohl dem Erhebungszeitpunkt wie ihren geographischen Koordinaten zugeordnet werden kann" (ARSU 1989). Aus diesen Forderungen ergibt sich, dass der Kern des Datenverarbeitungssystems ein GIS sein muss, "in dem die bestmöglichen Kartierungen digital bereitgestellt werden".

Zur Bestandsaufnahme und Dokumentation der Hauptuntersuchungsfläche sollen von der Steuergruppe des Teilvorhabens Arbeitsaufträge an Personen vergeben werden, die die bei den im Wattenmeer tätigen Institutionen vorliegenden Daten nach zuvor abgesprochenen Methoden und Formaten so aufbereiten, dass sie in das GIS übernommen werden können.

Die Daten sollen laufend in das GIS eingegeben werden. Als wesentliche Voraussetzung für das Vorhaben wird die Verfügbarkeit aller biogeographischen und hydrographischen Informationen über die Hauptuntersuchungsfläche angesehen, die erst dann gegeben ist, "wenn die Daten in das Informationssystem eingespeist und aus diesem abrufbar sind" (ARSU 1989).

Dem GIS wurde also eine zentrale Rolle mit essentieller Funktion im Vorhaben zugewiesen. Dementsprechend wurde es organisatorisch in der Steuergruppe angesiedelt, welche über einen Informatiker/Programmierer verfügen sollte. Weiterhin war ein zweites GIS vorgesehen, das bei der Forschungsstelle Küste (FSK) auf Norderney für Datenerhebung und -verarbeitung auf den Gebieten Hydrologie, Morphologie etc. eingerichtet werden sollte. Ein "Testlauf GIS" sollte die Eignung dieser Systeme für den Einsatz im Wattenmeerbereich sowohl im Einzel- als auch "für den vernetzten Betrieb zwischen der Forschungsstelle Küste, der Nationalparkbehörde in Wilhelmshaven und der zentralen Wattenmeerdatenbank (WADABA) in Geesthacht" untersuchen und Bestandteil der Vorphase sein. Darüber hinaus wurde an einen Informationsverbund gedacht, der einen "Dialog zwischen den EDV-Einrichtungen in den Nationalparkbehörden der beiden Bundesländer ... und dem Umweltbundesamt (UBA)" sicherstellt.

Die Geographischen Informationssysteme sollten nicht nur Datenquelle für die Hauptphase sein, sondern die in diesem Abschnitt des Vorhabens gesammelten Daten zusätzlich zu denen aus der Vorphase aufnehmen. Der gesamte Datenbestand sollte spätestens in der Synthesephase an eine Einrichtung übergeben werden, die die Datenpflege und ggf. -fortschreibung übernimmt.

Die Programmkonzeption sieht also mehrere Geographische Informationssysteme vor, die über Datenfernübertragungsnetze miteinander kommunizieren und Informationen austauschen. Als Anwendungsbereiche werden die Bereitstellung von Grundlagendaten für die Hauptphasenprojekte sowie die Erfassung der in dieser Phase erhobenen Daten gesehen, so dass das GIS die Funktion eines Datenspeichers erhält. Weitergehende Möglichkeiten der Datenverarbeitung, -analyse und -erzeugung wurden nicht formuliert.

7.3.2 Aufbau und Einsatz des GIS in der "Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer"

In der Vorphase der niedersächsischen Ökosystemforschung Wattenmeer wurden zwei Teilprojekte zum Aufbau des GIS in der Nationalparkverwaltung durchgeführt. Zum einen der bereits erwähnte "Testlauf zur Implementierung eines GIS in der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer", zum anderen die "Erarbeitung einer GIS-Konzeption für den Nationalpark und die Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer". Ziele des Testlaufes waren,

- neben der Erfassung und EDV-technischen Aufbereitung von Daten aus dem Hauptforschungsraum,
- "weiteren Bedarf im Bereich der Basisdaten aufzuzeigen, die Defizite im räumlichen - vor allem kleinräumigen - Bezug der Daten festzustellen und transparent darzustellen,

- fehlendes Datenmaterial aufzuzeigen, welches für eine ökosystemare Auswertung der Einzelprojekte in der sich anschließenden Pilot- und Hauptphase notwendig ist“ und
- ”aus den festgestellten Defiziten einen GIS-bezogenen Vorgabenkatalog für die Datenaufbereitung und -dokumentation zu erstellen“ (Berberich & Müller 1993).

Diese Aufzählung stellt eine stärkere Ausdifferenzierung der allgemeineren Formulierungen der Programmkonzeption dar, vernachlässigt dabei aber die Vernetzung mit den anderen Komponenten des Informationsverbundes.

Für die nationalparkweiten Kartierungen wurde ein Erhebungsbogen im Maßstab 1:100 000 entwickelt, der mit leichten Modifikationen für alle Erhebungen dieses Maßstabes verwendet werden kann.

Aus der Auswahl der aufgenommenen Daten und dem Titel des Abschlußberichtes ”Das Geographische Informationssystem im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer” wurde deutlich, dass der Schwerpunkt der GIS-Arbeit in der Vorphase in Grundlagenerhebungen und Kartenerstellung auch für die Nationalparkbehörde genutzt wurde. Ebenso zeigt sich, dass für den in der niedersächsischen Ökosystemforschung Wattenmeer ausgewählten Hauptforschungsraum nur in sehr begrenztem Umfang Daten zur Verfügung stehen, die die erforderliche räumliche und zeitliche Auflösung aufwiesen, um als Grundlage, für die in der Programmkonzeption definierten exemplarischen Untersuchungen, dienen zu können.

Die Auflistung der für die grundlagenorientierte Pilotphase sowie der weiterführenden Hauptphase im angewandten Teil erwarteten Daten (Berberich & Müller 1993) zeigte, dass diese beiden Phasen ganz unterschiedliche räumliche und zeitliche Maßstäbe zugrunde legten. Dies schränkte eine ganzheitliche Betrachtung des Ökosystems Wattenmeer ein und erlaubte in nur geringem Maße den Einsatz eines GIS als Integrations- bzw. Synthesewerkzeug.

Untersuchungen, vor allem in den terrestrischen Bereichen Salzwiesen und Dünen, bei denen der GIS-Einsatz erfolgversprechend gewesen wäre, wurden in der Hauptphase wegen mangelnder Finanzierungsmöglichkeiten nicht durchgeführt (siehe Kap. 4 und Kap. 8).

Das GIS wurde von den Teilprojekten im wesentlichen zur kartographischen Darstellung der Untersuchungsgebiete, Probenahmestandorte und einzelner Untersuchungsergebnisse genutzt. Dazu kamen gelegentliche Anfragen zu Flächengrößen und Distanzen. Thematische Karten, wie die Kartierung charakteristischer Sedimentkörper und Benthossiedlungen, die Korngrößenverteilung oder die Isobathen im Spiekerooger Rückseitenwatt, wurden von einigen Projekten als Grundlagen verwendet. Einzig in der Hauptphase des grundlagenorientierten Teiles (ELAWAT) wurde von einem Projekt in Ansätzen das GIS als Analyseinstrument eingesetzt. Dass das GIS mit seiner Vielzahl von Möglichkeiten zur Verarbeitung und Analyse raumbezogener Daten von den Projekten nicht intensiver genutzt wurde, hatte mehrere Gründe. Dazu zählen der in der Programmkonzeption entwickelte exemplarische Ansatz des Niedersächsischen Teilvorhabens, die räumliche Verteilung der am Vorhaben beteiligten Institutionen, eine Unkenntnis der Möglichkeiten, Grenzen und Randbedingungen

des GIS-Einsatzes bei den beteiligten Wissenschaftlern und der zeitliche Ablauf der einzelnen Phasen des Teilvorhabens (siehe Kap. 4).

In der Synthesephase des angewandten Teils der "Ökosystemforschung niedersächsisches Wattenmeer" wurde das GIS zur Erstellung von thematischen Karten für die Nationalparkbehörde und für die Erstellung des Umweltatlanten Wattenmeer Band 2 „Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung“ eingesetzt. Die kartographischen Abbildungen für den zweiten Band des Umweltatlanten wurden analog zu Band 1 mit speziellen Graphikprogrammen erstellt, wobei zu einem großen Teil die während der Hauptphase der Ökosystemforschung mit dem GIS erfassten Daten als Grundlage genutzt wurden.

7.4 Diskussion des GIS-Einsatzes in der Ökosystemforschung Wattenmeer

Der erfolgreiche Aufbau eines GIS ist von bestimmten Rahmenbedingungen abhängig. Berücksichtigt werden müssen vor allem ausreichende personelle und infrastrukturelle Kapazitäten sowie eine Vorlaufzeit zur Installation des Systems und zur Erfassung der benötigten Grundlagendaten. Die Zusammenarbeit des GIS-Teams mit den anderen Teilprojekten muss schon bei der Teilprojektplanung beginnen, damit gewährleistet ist, dass auf beiden Seiten die Voraussetzungen für den GIS-Einsatz geschaffen werden. Während der Projektlaufzeit muss die Zusammenarbeit kontinuierlich fortgesetzt werden, um zu verhindern, dass erst am Ende des Projektes Daten zur Aufbereitung mit dem GIS vorgelegt werden, und die Zeit für die Auswertung dann fehlt. Die frühzeitige Zusammenarbeit mit den Teilprojekten und die damit verbundene Information dieser über die Möglichkeiten des GIS-Einsatzes führt vermutlich auch zu einer stärkeren Akzeptanz des Systems. Ohne diese Information wird das GIS häufig zu einem teuren „Kartenmalwerkzeug“ degradiert, oder Erwartungen werden enttäuscht, weil ein guter Ansatz aufgrund fehlender Voraussetzungen nicht weiter verfolgt werden kann. Wichtig ist auch, dass die Mitarbeiter der Teilprojekte selbst die Möglichkeit zur Arbeit mit dem GIS haben. Dadurch lässt sich das System effizienter nutzen, da zum einen eine Beratung und Unterstützung mehrerer Teilprojekte gleichzeitig durch die Systemverwaltung möglich wird und zum anderen kontinuierlich während der gesamten zur Verfügung stehenden Zeit an der Datenerfassung und Datenauswertung durch die Teilprojekte gearbeitet werden kann. Das setzt natürlich eine ausreichende Ausstattung des Vorhabens mit Hard- und Software voraus, damit allen Interessierten der Zugang zum System ermöglicht wird.

Bei der Einführung von GIS wird fast immer zuerst Hard- und Software beschafft, die aus anderen Einsatzbereichen bekannt ist, danach werden alle möglichen Daten gesammelt und, oft ohne zuvor Strukturen festzulegen, in das GIS aufgenommen. Zuletzt wird überlegt, ob und was man mit diesen Daten anfangen kann. Besser wäre dagegen, erst zu überlegen, welche Anwendungen realisiert werden sollen und ob ein GIS sinnvoll eingesetzt werden kann. Daraus ergibt sich dann schon ein großer Teil des Datenbedarfs als Input für die Anwendungen. Weiterhin muss geprüft werden, ob die benötigten Daten in der erforderlichen räumlichen und zeitlichen Auflösung vorhanden sind oder erhoben werden können. Ist das nicht der Fall, kann die Anwendung nicht realisiert werden. Hat man die Anwendungen defi-

niert und die Verfügbarkeit der erforderlichen Daten sichergestellt, muss man prüfen, welche GIS-Software Pakete den Funktionsumfang zur Realisierung der Anwendungen und die Kapazitäten zur Bewältigung der zu erwartenden Datenmengen haben. Danach sollte erst die Hard- und Software ausgewählt werden. Außerdem muss sichergestellt werden, dass das zur Bedienung des Systems erforderliche Personal zur Verfügung steht. Wie die Erfahrungen aus dem niedersächsischen Teilvorhaben zeigen, sollte die Koordination des GIS-Aufbaus und -Einsatzes von Anfang bis Ende in einer Hand liegen, um eine einheitliche Linie in der GIS-Arbeit zu gewährleisten.

Die Planung des GIS-Aufbaus und -Einsatzes in der Ökosystemforschung Wattenmeer wich davon ab. In Schleswig-Holstein wurden die in das GIS aufzunehmenden Daten in der Projektkonzeption verhältnismäßig detailliert aufgeführt und die Einsatzbereiche des aufzubauenden GIS grob umrissen. Durch die Kopplung des lokalen GIS mit dem Wattenmeerinformationssystem war aus Kompatibilitätsgründen eine Vorauswahl bezüglich der zu verwendenden Software getroffen worden.

Die niedersächsische Konzeption sah vor, zunächst alle über den Hauptforschungsraum verfügbaren Daten zu sichten und dann in einem DV-System, das wegen des Raumbezuges der Daten nur ein GIS sein konnte, zu speichern und damit verfügbar zu machen. Weitere Daten, die während des Projektlaufes anfielen, sollten ergänzend aufgenommen werden. Anwendungen im Sinne der Datenanalyse wurden zu keinem Zeitpunkt formuliert. Die Auswahl der Hard- und Software konnte zu Beginn des Projektes also auch nicht auf der Basis von Anforderungsspezifikationen erfolgen, sondern richtete sich nach Erfahrungen aus anderen Einsatzbereichen, ohne die Übertragbarkeit auf die Bedingungen für die Ökosystemforschung Wattenmeer geprüft zu haben.

In der Vorphase wurden die Projekte „Testlauf zur Implementierung eines GIS in der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer“ und „Erarbeitung einer GIS-Konzeption für den Nationalpark und die Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer“ durchgeführt. In beiden Projekten wurden jedoch keine Anwendungen definiert, sondern sie wurden nur zur Sichtung und Aufnahme von Daten genutzt. So ist im Abschlußbericht dieser Teilprojekte auch nichts über Ausrichtung, Anpassung konkreter Anwendungsmöglichkeiten von GIS in der Ökosystemforschung Wattenmeer oder der Nationalparkverwaltung zu finden.

Dass keine Anwendungen formuliert wurden, hat mehrere Gründe. Zum einen führte die Abgrenzung gegenüber dem schleswig-holsteinischen Teilvorhaben dazu, dass nicht flächendeckend, sondern exemplarisch gearbeitet wurde. Es wurde nicht untersucht, welche Strukturen und Prozesse zur Verteilung und Ausprägung bestimmter Elemente im Hauptforschungsraum führen, sondern bestimmte, den Raum prägende Elemente wurden bezüglich ihrer Entstehung, Struktur und Veränderung durch äußere Einflüsse im allgemeinen untersucht, z.B. in den Arbeitsgruppen „Schwarze Flecken“ und „Miesmuscheln“. Andere Teilprojekte befassten sich mit der Entwicklung von Modellen oder Methoden. Eine gewisse Ausnahme bildete das Teilprojekt, das das Seegangmodell HISWA (Hindcasting Shallow Water Waves) an die Verhältnisse im Wattenmeer anpasste und es anschließend einsetzte, um

den Einfluss des Seegangs auf die Verteilung von Organismen im Einzugsbereich der Otzumer Balje darzustellen. Diese Arbeiten erfolgten mit dem bei der FSK installierten GIS.

Ein weiterer Grund für den eher verhaltenen Einsatz der Geographischen Informationssysteme in der Ökosystemforschung Wattenmeer ist, dass bei den vielen im Bereich des Wattenmeeres arbeitenden Wissenschaftlern bis heute nicht bekannt ist, welche Möglichkeiten Geographische Informationssysteme als Hilfsmittel und Werkzeuge bieten. Diese Wissenschaftler sehen das GIS in erster Linie als Werkzeug zur Erstellung von Karten an, was leider immer wieder viel zu sehr in den Vordergrund gerückt wird. Andere Wissenschaftler, die durchaus den Einsatz eines GIS in Erwägung ziehen, sehen oft keine Möglichkeit, ein GIS für ihren Arbeitsbereich finanziell und personell zu realisieren. Hinzu kamen weitere Schwierigkeiten und Unsicherheiten für die GIS-Planung der Teilprojekte wegen des zeitlichen Verzuges der einzelnen Phasen des Teilvorhabens.

7.4.1 Ausblick für den weiteren GIS-Einsatz

Die Möglichkeiten des GIS-Einsatzes im Wattenmeerbereich sind noch nicht zufriedenstellend ausgeschöpft. Mit den bisherigen Methoden ist es schwierig aktuelle Daten in ausreichender räumlicher und zeitlicher Auflösung zu erheben, wie z.B. die "Thematische Kartierung und Sensitivitätsraster im deutschen Wattenmeer" der GKSS gezeigt hat (van Bernem et al. 1994). Die zur Verfügung stehenden topographischen Daten für das Wattenmeer sind aufgrund der hohen Dynamik des Raumes zum Zeitpunkt ihrer Erstveröffentlichung in Teilbereichen schon wieder überholt, so dass vor allem für Arbeiten in größeren Maßstäben eine aktuelle Kartengrundlage fehlt. Aber auch bei kleinmaßstäbigen Arbeiten (z.B. Seehundzählungen) ist eine aktuelle Kartengrundlage zur Orientierung im Gelände erforderlich.

Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Situation bei den topographischen Daten, aber auch bei der flächenhaften Erfassung thematischer Daten, bietet die Fernerkundung. Die Auswertungen von Luftbildern zur Ermittlung der von Miesmuschelbänken bedeckten Wattflächen oder zur Kartierung der Biotoptypen der terrestrischen Bereiche des Nationalparks sind hierfür gute Beispiele (Millat 1996). Die Ergebnisse der mit Fernerkundungsdaten befassten Teilprojekte zeigen, dass in der Fernerkundung und digitalen Bildverarbeitung ein großes Potential zur Datengewinnung im Wattenmeerbereich liegt (Kohlus 1997, Millat 1996).

Eine weitere Hilfe bei der Gewinnung von Daten aus dem Wattenmeerbereich können Modelle sein, die aus einfach zu bestimmenden Parametern die Verteilung von im Gelände schwer zu ermittelnden Parametern ableiten. Durch die Kopplung von Daten aus der Fernerkundung mit solchen Modellen könnte der Aufwand bei der Datengewinnung im Gelände minimiert werden (siehe Band 2 Wirtz & Niesel 1999).

7.5 Das Wattenmeerinformationssystem WATiS im Rahmen der Ökosystemforschung Wattenmeer

Mit der Bewilligung der angewandten Teile der Ökosystemforschung Wattenmeer durch das Umweltbundesamt war die Auflage verbunden, die in den Teilprojekten „erhobenen Daten während der Laufzeit des Vorhabens kontinuierlich zur Eingabe in WATiS bereitzustellen“.

Die Betreuung der Teilprojekte bei der Entwicklung der Daten- und Tabellenstrukturen war in Niedersachsen Aufgabe des für die Koordination des GIS-Einsatzes zuständigen Mitgliedes der Steuergruppe. In Schleswig-Holstein wurde eine Person eingestellt, die ausschließlich für die Datenaufbereitung und -eingabe in das WATiS zuständig war und ihren Arbeitsplatz bei der GKSS hatte.

7.5.1 Das technische Konzept des WATiS

Das technische Konzept des Wattenmeerinformationssystems (WATiS) sieht eine zentrale Speicherung von Daten in der Wattenmeerdatenbank (WADABA) und eine lokale Verarbeitung mit den Systemen der Nutzer vor. Dabei sollen die Nutzer nicht direkt auf die WADABA zugreifen, sondern sich - im günstigsten Fall mit Hilfe der Datenfernübertragung (DFÜ) - Teilkopien der WADABA in ihrem lokalen System anlegen. Auswertungs- und Darstellungstools sollten nach dem Konzept zwar Bestandteil des zentralen Bereichs des WATiS sein, sind aber zum Großteil noch nicht realisiert worden.

Datensuche und -abfrage erfolgen mit Hilfe des Lotsen, dem Nutzerführungssystem des WATiS. Der Datenaustausch ist im ASCII⁴-, dBase-, Excel- und ARC/INFO Interchange-Format möglich. Eine detaillierte Darstellung des Konzeptes liefert van Bernem (1994). Weitere Informationen sind auch über die GKSS-Homepage (<http://w3g.gkss.de>) zu beziehen.

7.5.2 Die Kopplung von ARC/INFO und WADABA

Bei der Realisierung des WATiS wurde eine Verbindung zu ARC/INFO gesucht, da zum einen das Konzept die Auswertung der Daten mit lokalen Systemen vorsieht, die bei raumbezogenen Daten oft Geographische Informationssysteme auf ARC/INFO-Basis sind, und zum anderen ARC/INFO bei den vermeintlichen Hauptnutzern - den Nationalparkbehörden - zum Einsatz kam. Es wurde eine Schnittstelle geschaffen, so dass es möglich ist, Daten im ARC/INFO Austauschformat in das WATiS einzulesen und aus diesem wieder auszugeben.

7.5.3 Datenein- und -ausgabe mit dem WATiS

Die Dateneingabe ist ein aufwendiger Prozess. Zunächst müssen die Sachdatentabellen des Datenorginators strukturiert werden, damit sie konzeptionell dem zugrunde liegenden Strukturmodell (Entity-Relationship-Modell) entsprechen und formal den Anforderungen des relationalen Datenmodells genügen. Nur dann lassen sich die Tabellen mit den Projektdaten als Teildatenbank (entspricht einem Projekt im WATiS) in die WADABA integrieren. Danach müssen die Stationskoordinaten in Tabellen definierter Struktur eingegeben und in die Dokumentationstabellen geladen werden. Die Dokumentation kann in ASCII/ANSI-Dateien erfolgen, was vor allem das Laden dieser Daten in die WADABA erleichtert.

Die Strukturierung der Daten und Tabellen war für viele Datenerheber eine zusätzliche Arbeitsbelastung. In einigen Fällen wurden die Daten nicht in Form einer Tabelle, sondern als Matrix abgespeichert und mussten auch in dieser Form in Auswertprogramme (z.B. Statis-

⁴ Standardisierter Kode zum Datenaustausch

tikpakete) eingelesen werden. In anderen Fällen war bereits eine Daten- und Tabellenstrukturierung vorgenommen worden, die den Erfordernissen der im Projekt verwendeten Software oder einfach den Gewohnheiten des Datenerhebers entsprach. Die Aufnahme zusätzlicher Attribute und die Normalisierung der Tabellen machten die Daten aus Sicht der Erheber unübersichtlich. Sie akzeptierten lieber Redundanzen und Leerfelder, hatten dafür die Daten aber in einer Datei und auf einen Blick. Ein weiterer Grund dafür, dass Tabellen nicht normalisiert wurden, ist, dass die Datenerheber nicht über Datenbankmanagementsysteme verfügten, die eine Verknüpfung der Vielzahl der entstandener Tabellen ermöglichte.

Auch die Datendokumentation wurde von vielen Datenerhebern als überflüssig angesehen, weil sie davon überzeugt waren, dass ihre Rohdaten über das aktuelle Projekt hinaus keine Verwendung finden werden. Das wurde damit begründet, dass die Datenerheber oft nur für das Projekt eingestellt wurden und anschließend gar nicht oder in anderen Projekten mit neuen Themen beschäftigt wären. Hinzu kam, dass wegen der speziellen Fragestellung des Projektes, eine Wiederholung der Datenerhebung zu Vergleichszwecken nicht erwartet wurde. Als wichtig wurden nicht die Daten an sich, sondern ihre Interpretation durch den Erheber angesehen, die als Bericht oder Veröffentlichung vorgelegt wurden.

Die EDV-Kenntnisse der in den Projekten beschäftigten Mitarbeiter waren recht unterschiedlich, so dass auch der Aufwand bei der Betreuung der Daten- und Tabellenstrukturierung unterschiedlich groß war. In einigen Fällen reichte eine einmalige Erläuterung des Konzeptes und der daraus resultierenden Arbeitsschritte und die telefonische Klärung von Detailfragen aus, in anderen Fällen musste trotz mehrerer persönlicher Gespräche und schriftlicher Vorbereitung bei Lieferung der Daten festgestellt werden, dass das Konzept nicht verstanden worden war. Hier musste die Strukturierung der Dateien vollständig durch die Betreuer durchgeführt werden.

Die Eingabe der Daten in das WATiS kann zum größten Teil mittels DFÜ erfolgen, sofern eine Netzverbindung besteht und der Bearbeiter in der Lage ist, weitestgehend selbständig die erforderlichen Schritte durchzuführen und Probleme zu beheben. Ist dies nicht der Fall, muss die Dateneingabe unter Aufsicht des WATiS-Teams bei der GKSS erfolgen. Einige Schritte sollen aus Sicherheitsgründen nur dort und von Mitgliedern des WATiS-Teams durchgeführt werden. Die einzelnen Schritte des Datenladens wurden im "Protokoll der WATiS-Mitarbeiterschulung vom 21. - 23.06.94 in Geesthacht" dokumentiert.

Die Ausgabe von Daten aus dem WATiS ist weniger arbeitsaufwendig als die Eingabe, aber je nach gewünschtem Ausgabeformat auch nur von ausgewiesenen Mitarbeitern durchführbar. Der einfachste Weg, an die Daten zu kommen, war, sich mit Hilfe des Lotsen diejenigen Tabellen anzeigen zu lassen, an deren Daten man interessiert war. Bei der Abfrage der Daten wurde eine SQL⁵-Datei erzeugt, die nach Bedarf editiert werden konnte. Das Ergebnis der Abfrage wurde in eine Datei geschrieben und auf dem Bildschirm angezeigt. Die Datei

⁵ Structured Query Language (SQL)

konnte nunmehr mit FTP⁶ auf den lokalen Rechner übertragen werden. Da es sich dabei um Daten im ASCII-Format handelte und zusätzlich die SQL-Befehle der Abfrage sowie Systemmeldungen in der Datei enthalten waren, mussten die auf diesem Wege aus dem WATiS extrahierten Dateien mit relativ viel Aufwand überarbeitet und in ein mit dem lokalen System verwertbares Dateiformat konvertiert werden. Ein weiteres Problem war, dass für eine gezielte Abfrage von Daten Kenntnisse in SQL vorhanden sein müssen. Wahlweise war auch der Austausch der Daten im dBase- oder ARC/INFO-Format möglich. Daten in graphischer Form auszugeben war zur Laufzeit der Ökosystemforschung Wattenmeer nur sehr eingeschränkt und nur durch die WATiS-Mitarbeiter möglich.

7.5.4 Nutzung des WATiS in der Ökosystemforschung Wattenmeer und in den Nationalparkbehörden

Entsprechend der Auflage des Zuwendungsbescheides wurden Daten der angewandten Teile, darüber hinaus auch teilweise Daten der grundlagenorientierten Teile und der Nationalparkbehörden, in das WATiS eingegeben. Allerdings war eine kontinuierliche Bereitstellung der Daten durch die Teilprojekte zur Eingabe aus mehreren Gründen nicht möglich. Bei vielen Teilprojekten dauerte es sehr lange, bis die WATiS-gerechte Datenaufbereitung umgesetzt wurde. Das lag z.T. daran, dass erhebliche Verständnisschwierigkeiten bestanden. Teilweise wurde dieses, für viele schwer umzusetzende, für die Teilprojekte als überflüssig angesehene und zeitraubende Thema nach hinten gestellt, da andere Arbeiten und Termine anstanden, die aus Teilprojektsicht höhere Priorität hatten (siehe auch Kap. 5). Außerdem wurden die Daten nicht kontinuierlich erhoben, geprüft und ausgewertet und standen vielfach erst bei Projektende und nach vielen Rückfragen und Gesprächen in WATiS-gerechter Form zur Verfügung. Häufig stellte sich dann bei der Prüfung der Daten heraus, dass erhebliche formale und inhaltliche Mängel bestanden, die zu weiteren Rückfragen und Gesprächen mit den Datenerhebern geklärt und behoben werden mussten. Die Dateneingabe erfolgte überwiegend bei der GKSS, da zum einen die Betreuung durch das WATiS-Team erforderlich war und zum anderen lange Zeit keine Netzverbindung zwischen den Nationalparkbehörden und der GKSS bestand.

Das WATiS konnte in der Ökosystemforschung Wattenmeer nur sehr eingeschränkt genutzt werden, da es erst während der Laufzeit des Vorhabens mit Daten der thematischen Kartierung und des schleswig-holsteinischen Teilvorhabens gefüllt wurde. Im Rahmen der Teilsynthesephasen und der Gesamtsynthese spielte das WATiS kaum eine Rolle, da als Datenquelle die Teilprojektberichte und übergreifenden Berichte genutzt wurden.

Die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer sieht derzeit kaum Anwendungsmöglichkeiten in ihrer täglichen Arbeit für das WATiS. Auch im Rahmen des Aufbaus des deutschen Datenverarbeitungssystems für das "Trilateral Monitoring and Assessment Programme of the Wadden Sea Ecosystem (TMAP)" zieht die Nationalparkver-

⁶ ein Dienst des Internet, der dateiorientierte Übertragungen zulässt (File transfer protocol)

waltung lieber eine dezentrale noch zu errichtende Datenbank in Niedersachsen vor, um ihre Daten konkret vor Ort verfügbar und einsetzbar zu haben.

Inwiefern das Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer das WATiS zukünftig nutzt, hängt davon ab, wie stark es in das dortige Datenhaltungskonzept eingebunden wird. In Kap.8.8 werden die beiden Instrumentarien WATiS und GIS in der Ökosystemforschung Wattenmeer einer näheren Betrachtung und Bewertung unterzogen.

8 Diskussion: Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer als Methode der Umweltforschung

Maren Kaiser, Thilo Mages-Dellé, Rolf Oeschger

Mit dem in den letzten Jahrzehnten gewachsenen Umweltbewusstsein ist der Anspruch an die Umweltforschung entstanden, Lösungen für Umweltprobleme zu entwickeln. Umweltforschung soll Belastungen und Grenzen der Belastbarkeit von Ökosystemen aufzeigen, und ggf. Maßnahmen zu Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen vorschlagen. Dies kann nur erreicht werden, indem Natur-, Ingenieur-, Sozial- und Geisteswissenschaften interdisziplinär zusammenarbeiten. Für einen entsprechenden Praxisbezug sind außerdem Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Umweltorganisationen einzubeziehen (Roux 1997). Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist eine notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Umweltforschung. Daher werden die Voraussetzungen, Probleme und Chancen interdisziplinären Arbeitens seit längerem intensiv unter praktischen und wissenschaftstheoretischen Gesichtspunkten diskutiert (siehe z.B. Daschkeit & Schröder 1998, Jaeger & Scheringer 1998, Fränze & Daschkeit 1997, Balsiger et al. 1996).

Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist häufig in größeren Verbundvorhaben organisiert, die einen entsprechend hohen Koordinationsaufwand implizieren. Daher wird von diesen Projekten ein sogenannter „Sondernutzen“ erwartet, der mehr sein sollte als die Summe der Ergebnisse der beteiligten Projekte bzw. Disziplinen (Daschkeit 1998a, Roux 1997). Bei der Bewertung des Grades der interdisziplinären Zusammenarbeit und des erwarteten Sondernutzens stellt sich allerdings das Problem, dass allgemeingültige Kriterien bisher nicht verfügbar sind und häufig auf disziplinäre Kriterien zurückgegriffen wird (Daschkeit 1998a). Diese Problematik und verschiedenen Ansätze werden von Fränze & Daschkeit (1997) diskutiert. Ein umfassender Katalog von Evaluationskriterien sowohl für Verbundvorhaben als auch die darin vereinigten Teilprojekte wurde im Rahmen des Schwerpunktprogramms Umwelt Schweiz (SPPU) erarbeitet und darauf verwiesen, dass für jedes Forschungsvorhaben vor Beginn projektspezifische Konkretisierungen, insbesondere hinsichtlich der quantifizierbaren Kriterien, vorzunehmen sind (Häberli & Grossenbacher 1999). Die Autoren schlagen vor, diese in projektspezifischen Ausführungsplänen festzulegen und/oder gemeinsam mit den Forscherinnen und Forschern in Vereinbarungen festzuhalten (siehe Kap. 8.9). Ein Teil der Kriterien des Katalogs wurde in den Interviews abgedeckt und wird daher in der folgenden Bewertung aufgegriffen (z.B. Zielerreichung, Einbeziehung von Anwendern und externen Beteiligten, Projektorganisation, Projektmanagement, Gesamteinschätzung).

Die Ökosystemforschung Wattenmeer gehört zu einer in den 80er Jahren entwickelten Form ökosystemarer Verbundvorhaben, die größere Landschaftsausschnitte untersuchen, durch die Einbeziehung von Sozial- und Wirtschaftswissenschaften auch die Wechselwirkungen zwischen menschlichen Einflüssen und der Natur berücksichtigen und den Anspruch haben, für aktuelle Probleme aus dem laufenden Vorhaben heraus Lösungen anzubieten (Leuschner 1989). Bereits in der Konzeption wurde ein Schwerpunkt auf den angewandten

Aspekt gesetzt, um für Verwaltung und Umweltpolitik direkt umsetzbare Ergebnisse zu liefern (siehe Kap. 3).

Für die nachfolgende Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer als Methode der Umweltforschung wird untersucht welchen Sondernutzen sie erbracht hat. Dabei wird interdisziplinäre Zusammenarbeit als Voraussetzung postuliert, diesen Sondernutzen zu erreichen. Zunächst soll daher die Frage behandelt werden, inwieweit die Ökosystemforschung Wattenmeer dem Anspruch, interdisziplinär gearbeitet zu haben, gerecht geworden ist und welche Rahmenbedingungen vor dem Hintergrund der in diesem Verbundvorhaben gemachten Erfahrungen interdisziplinäres Arbeiten fördern bzw. behindern (siehe Kap.8.1).

Wir definieren den Sondernutzen für die Ökosystemforschung Wattenmeer folgendermaßen: Ein erfolgreich durchgeführtes interdisziplinäres Verbundvorhaben sollte generell als Sondernutzen aufgrund von Synergieeffekten umfangreichere und umfassendere wissenschaftliche Resultate erbringen als eine vergleichbare Anzahl von Einzelprojekten (siehe Kap.8.2). In der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde dieser Sondernutzen vorrangig in den Bereichen Systemverständnis (siehe Kap.8.3) sowie umsetzungsorientierte Erarbeitung von Ergebnissen zur Nutzung durch Fachplanung und Umweltpolitik (siehe Kap.8.4) bereits in den Konzeptionen angestrebt (Leuschner 1989, ARSU 1989).

In Kapitel 8.5 wird die Bedeutung der Synthese für Verbundvorhaben erörtert. In Kapitel 8.6 wird die Rolle des Projektmanagements für die Erreichung dieses Sondernutzens diskutiert. Kapitel 8.7 befasst sich mit der Öffentlichkeitsarbeit innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer, da ihr in anwendungsorientierten Verbundvorhaben ein hoher Stellenwert beigemessen wird. Im Kapitel 8.8 werden die datenverarbeitenden Instrumente Wattenmeerinformationssystem und die angeschlossenen Geographischen Informationssysteme einer Bewertung unterzogen. Kapitel 8.9 greift die in den Kapiteln 8.1 bis 8.4 dargestellten Schwierigkeiten bei der Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer anhand eines Evaluationsvorschlages aus dem Schweizerischen Schwerpunktprogramm Umwelt nochmals auf und in Kapitel 8.10 erfolgt eine generelle Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer als Methode der Umweltforschung in Form einer „Schlussbetrachtung“.

Die Bewertung stützt sich auf die durchgeführten Interviews (Kap. 5), die Abschlußberichte der Steuergruppen, die Syntheseberichte der vier Teile des Vorhabens⁷, verfügbare Literatur aus verwandten Projekten, die langjährige Erfahrung in der Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer mit der fachlichen Begleitung dieses interdisziplinären Verbundvorhabens sowie den Diskussionen in der Gesamtsynthesegruppe. Diese Insiderstellung birgt die Gefahr, nicht immer die nötige Distanz zum Untersuchungsgegenstand zu haben. Dies ist ein nicht umgebares Problem, wenn man einen projektinternen Erfahrungsbericht mit einer Bewertung verknüpfen will, wie auch andere Autoren berichten (Fränzle & Daschkeit 1997). Ein Vorteil ist jedoch, dass durch die lange Zusammenarbeit mit Steuergruppen und Pro-

⁷ gemeint sind die A- und B-Teile des niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Teilvorhabens (siehe Kap. 4.2 und 4.3)

jektleitung ein Vertrauensverhältnis entstanden ist, so dass sich die Befragten in den Interviews sehr offen auch zu den problematischen Aspekten des Projektverlaufes geäußert haben.

8.1 Interdisziplinarität

Die in der Wissenschaftsforschung erfolgende Diskussion der Probleme fachübergreifender Zusammenarbeit hat ein breites Spektrum von Einflussfaktoren benannt. Beispiele sind die historische Entwicklung und Identität der Disziplinen an den Universitäten, das auf disziplinäre Leistungen ausgerichtete Wissenschaftssystem, die universitäre Ausbildung, der Einfluss von Kommunikation auf die Forschungsarbeit, mangelndes Verständnis anderer Disziplinen, Gruppendynamische Probleme, das Verhältnis von Wissenschaft und Realität, Forschungspolitik und -förderung (Daschkeit 1998b, Fränzle & Daschkeit 1997, Defilia & Di Giulio 1996). Dieser Diskussion liegen unterschiedliche Definitionen des Begriffes Interdisziplinarität zugrunde. Daschkeit (1998b) weist darauf hin, dass die Umweltforschung zunächst überwiegend von den Naturwissenschaften dominiert war, und entsprechend nur zwischen verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen fachübergreifend gearbeitet wurde. Die oben beschriebenen Ansprüche an die heutige Umweltforschung haben jedoch zu einem Begriffswandel geführt. Unter Interdisziplinarität wird heute zunehmend auch die Zusammenarbeit von Natur- und Sozialwissenschaften verstanden (Daschkeit 1998b, Fränzle & Daschkeit 1997). Um die folgenden Ausführungen und Schlussfolgerungen verständlich zu machen, wird kurz auf diese verschiedenen Definitionen eingegangen. Es wird unterschieden zwischen Multidisziplinarität, Interdisziplinarität und Transdisziplinarität, die im folgenden erläutert werden.

Beim Verständnis von Multidisziplinarität gibt es keine grundsätzlich voneinander abweichenden Auffassungen. Fränzle & Daschkeit (1997) bezeichnen Multidisziplinarität als die am wenigsten geregelte Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen oder auch als additive Forschung. Es gibt ein gemeinsames Forschungsthema, Integration und Synthese sind jedoch nicht vorgesehen, die Kommunikation zwischen den Disziplinen ist wenig ausgeprägt. Ergänzend spricht Parthey (1996) von multidisziplinärer Forschung, wenn verschiedene Disziplinen vertreten sind, aber die Forschungsprobleme und Methoden nicht disziplinenübergreifend formuliert sind.

Interdisziplinarität ist die geregelte themenzentrierte Kooperation verschiedener Disziplinen. Die Verzahnung der Sach- und Organisationsebenen erfordert ein hohes Maß an Kommunikation zwischen den Wissenschaftlern. Daten- und Ergebnisintegration sowie eine Synthese kennzeichnen interdisziplinäre Forschung (Fränzle & Daschkeit 1997). In ähnlicher Weise definiert Krott (1996) Interdisziplinarität dahingehend, dass alle beteiligten Teilprojekte eine gemeinsame Fragestellung bearbeiten und dass über die disziplinäre Vorgehensweise hinaus, eine inhaltliche Vernetzung erkennbar wird. Parthey (1996) unterscheidet zusätzlich zwischen der interdisziplinären Bearbeitung disziplinärer Probleme und der interdisziplinären Bearbeitung von disziplinenübergreifenden Problemfeldern. Der von ihm genutzte Indikator für den Grad der Interdisziplinarität bezieht sich darauf, inwieweit Methoden aus anderen Fächern als dem Fach, in dem das Problem formuliert wurde, verwendet werden.

Der Begriff Transdisziplinarität erweitert die interdisziplinäre Zusammenarbeit um die Einbeziehung nichtwissenschaftlicher Gruppen in die Umweltforschung (Fränze & Daschkeit 1997). Es ist eine „problemorientierte fachübergreifende Forschung“, die mit wissenschaftsexternen Gruppen bzw. den Anwendern entwickelt und durchgeführt wird. Daschkeit (1998b) und Defilia et al. (1996) sehen hier einen Unterschied zur „angewandten Forschung“, die das wissenschaftsexterne Umfeld adressiert, aber die entsprechenden Gruppen nicht in die Arbeiten einbezieht. Jaeger & Scheringer (1998) definieren Transdisziplinarität ausschließlich über die Vorgehensweise: Problemverständnis und Problemdefinition werden disziplinenunabhängig entwickelt, das Problem wird in Teilbereiche zerlegt, die auf eine Integration ausgerichtet sind, wobei ein wechselseitiger Bezug zwischen den Teilbereichen und dem Gesamtproblem bestehen bleibt.

Die Ökosystemforschung Wattenmeer verstand sich als ein interdisziplinäres ökosystemares Verbundvorhaben (Leuschner 1989). Hierin unterscheidet sie sich z.B. vom Solling-Projekt, das Ellenberg et al. (1986) als integriertes multidisziplinäres Forschungsvorhaben bezeichnete. Inwieweit wurde die Ökosystemforschung Wattenmeer dem eigenen Anspruch gerecht? In welche Kategorie lässt sich das Vorhaben einordnen: interdisziplinär, multidisziplinär oder wurde sogar Transdisziplinarität erreicht? Bei der Beantwortung dieser Fragen übernehmen wir die von Fränze & Daschkeit (1997) sowie Parthey (1996) vorgenommene Definition von Multidisziplinarität. Der Begriff Interdisziplinarität im Sinne von Fränze & Daschkeit (1997) und Krott (1996) wird von uns auch dann verwandt, wenn verschiedene rein naturwissenschaftliche Disziplinen beteiligt sind. Denn Interdisziplinarität wird - wie im vorangegangenen Absatz erläutert - vor allem definiert durch die Art der Zusammenarbeit der verschiedenen Disziplinen und nicht über die Frage, ob z.B. auch Sozialwissenschaften beteiligt sind. Für die Beurteilung, ob interdisziplinär gearbeitet wurde, werden folgende Kriterien herangezogen: der Grad der Vernetzung der Teilprojekte über die inhaltlichen Fragestellungen (Krott 1996) und die Daten- und Ergebnisintegration (= Synthese) (Fränze & Daschkeit 1997). Als Kriterium für Transdisziplinarität wird, wie von Fränze & Daschkeit (1997) vorgeschlagen, die Frage untersucht, inwieweit Anwender und wissenschaftsexterne Gruppen an der Erarbeitung der Ergebnisse beteiligt waren. Die von Jaeger & Scheringer (1998) gegebene Definition würde eine detaillierte Analyse des Vorgehens erfordern, die nachträglich in einem so umfangreichen Vorhaben wie der Ökosystemforschung Wattenmeer (rund 100 Teilprojekte) nicht möglich ist, sondern bestenfalls vorhabensbegleitend und kontinuierlich hätte erfolgen können.

Alle vier Teile des Verbundvorhabens waren durch die verschiedenen vertretenen Fachrichtungen interdisziplinär angelegt und es erfolgte eine Vernetzung der Teilprojekte über Arbeitsgruppen. Die Zusammenarbeit umfasste die gesamte Bandbreite von einem lockeren Zusammenschluss der Teilprojekte zur Diskussion der Ergebnisse bis zur Arbeit an gemeinsamen Fragestellungen mit Durchführung gemeinsamer Messkampagnen. Teilweise war der Zusammenschluss der Teilprojekte in diesen Arbeitsgruppen bereits bei der Projektbeantragung geplant und durch die zu bearbeitenden gemeinsamen Fragestellungen begründet. Teilweise wurden sie mit Beginn der Arbeiten oder nach einer gewissen Laufzeit anhand der bearbeiteten Themen eingerichtet. Einige dieser Arbeitsgruppen waren multidisziplinär (z.B.

AG „Umweltbeobachtung“ im niedersächsischen A-Teil⁸). Andere Arbeitsgruppen waren z.T. rein naturwissenschaftlich interdisziplinär (z.B.: AG „Sedimenttransport und Sedimentbilanz“ in SWAP, Kellermann et al. 1996), andere umfassten neben rein naturwissenschaftlichen Disziplinen zusätzlich die Sozioökonomie (z.B. AG „Salzwiese“ im schleswig-holsteinischen A-Teil, Kellermann et al. 1996).

Betrachtet man jeweils die Ergebnisse der vier Teilbereiche der Ökosystemforschung Wattenmeer in ihrer Gesamtheit und insbesondere die Ergebnisse der Teilsynthesen, so sind im schleswig-holsteinischen und im niedersächsischen A-Teil transdisziplinäre Elemente im Sinne von Fränze & Daschkeit (1997) erkennbar. Die Nationalparkbehörden sind Anwender der Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer und waren in deren Bearbeitung der Fragestellungen einbezogen. Dies wird sowohl in der Befragung deutlich (siehe Kap. 5.2.3 und Kap. 5.2.4) als auch anhand der Projektergebnisse. Beide Nationalparkbehörden waren an der Entwicklung von Methoden in der Ökosystemforschung Wattenmeer beteiligt und haben sie in ihre tägliche Arbeit übernommen (z.B. GIS und Fernerkundung). Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer sind für die Entwicklung von Managementkonzepten (Roy et al. 1997), in Schleswig-Holstein sogar für Grundlagen eines Nationalparkplans, genutzt worden (Stock et al. 1996). Darüber hinaus waren einzelne Teilprojekte transdisziplinär. Zum Beispiel wurde gemeinsam mit Fischern ein Fanggerät weiterentwickelt (Berghahn & Vorberg, 1997).

Bei der Bearbeitung etlicher Themen (z. B. Sensibilität qualitativer Bioindikatoren im schleswig-holsteinischen A-Teil, Umweltbeobachtung und Umweltqualitätsziele im niedersächsischen A-Teil) war keine Transdisziplinarität hinsichtlich der Einbeziehung von Anwendergruppen gegeben. In den nicht auf Anwendungsbezug, sondern auf Grundlagenforschung ausgerichteten B-Teilen war sie von vornherein nicht angestrebt.

Das Gesamtvorhaben Ökosystemforschung Wattenmeer umfasst in seinen vier Teilbereichen somit das gesamte Spektrum von multidisziplinärer bis transdisziplinärer Zusammenarbeit. Die vorangegangenen Betrachtungen machen jedoch deutlich, dass der Anspruch, in der Ökosystemforschung Wattenmeer interdisziplinär zu arbeiten, in hohem Maße eingelöst worden ist. Denn in und zwischen den Arbeitsgruppen und in den Teilsynthesen wurde überwiegend interdisziplinär zusammengearbeitet und entsprechende Ergebnisse erzielt, die in den Teilsyntheseberichten und gemeinsamen Veröffentlichungen dokumentiert sind (Dittmann et al. 1998, Gätje & Reise 1998, Stock et al. 1996).

Anhand der durchgeführten Befragungen und den Darstellungen in den entsprechenden Abschlußberichten der vier Teile des Verbundvorhabens soll beleuchtet werden, welche konkreten Rahmenbedingungen in der Ökosystemforschung Wattenmeer für die interdisziplinäre Zusammenarbeit förderlich und welche hinderlich waren. In den Interviews wurde deutlich, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb der Ökosystemforschung Watten-

⁸ Obwohl in dieser AG auch das TP „Sozioökonomie der Fischerei“ vertreten war, war sie nur multidisziplinär, da nicht an einer gemeinsamen Fragestellung gearbeitet wurde, siehe hierzu auch Roy et al. (1997)

meer überwiegend als sehr förderlich für die Zielerreichung eingeschätzt wurde. Dies gipfelte in der Aussage, dass Fragen beantwortet wurden, die Einzeldisziplinen oder einzelne Forscher nicht hätten bearbeiten können. Außerdem wurde hervorgehoben, dass interdisziplinäre Zusammenarbeit auch der disziplinären Forschung neue Impulse geben kann (siehe Kap. 5.2.4). Trotzdem wurden etliche ungünstige Rahmenbedingungen und Probleme interdisziplinärer Zusammenarbeit in den Interviews benannt. Diese können analog zu Fränze & Daschkeit (1997) in individuelle und überindividuelle Faktoren eingeteilt werden. Den individuellen Faktoren zuzurechnen sind die fehlende Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen, fehlende Identifikation mit den übergeordneten Projektzielen aufgrund starken fachwissenschaftlichen Spezialinteresses, die Ausbildung sowie die Unkenntnis der Arbeitsweisen und Begriffsdefinitionen anderer Disziplinen. Überindividuelle Faktoren waren die Aufspaltung des Verbundvorhabens in vier unabhängige Teile mit unterschiedlichen Laufzeiten, der in einigen Teilen fehlende gemeinsame Raumbezug, der Zwang, sich in der eigenen Disziplin zu qualifizieren sowie die Konkurrenz um knappe Fördermittel (siehe Kap. 5 sowie Dittmann et al. 1998, Kap.11, Reise 1997, Roy et al. 1997, Kellermann et al. 1996).

Die Überwindung dieser Probleme interdisziplinärer Zusammenarbeit ist in der Ökosystemforschung Wattenmeer überwiegend gelungen. Einen ganz wesentlichen Beitrag haben hierzu die Steuergruppen geleistet. Durch ihre koordinierenden und inhaltlichen Arbeiten im Rahmen des Projektmanagements haben sie die interdisziplinären Ziele immer wieder in den Vordergrund gerückt sowie Arbeitsgruppen und Seminare initiiert, um die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftlern zu fördern (siehe Kap. 5 sowie Roy et al. 1997, Kellermann et al. 1996). Am Beispiel von ELAWAT soll erläutert werden, wie es möglich war, diese Barrieren zwischen den Disziplinen zu überwinden (siehe Dittmann et al. 1998). Es wurden Seminare durchgeführt, in denen die Teilprojektbearbeiter Hintergrund, Methoden und Ziele ihrer Arbeiten vorstellten. Die intensive statistische Betreuung und ein einheitliches Datenmanagement in ELAWAT förderten den Austausch zwischen ganz verschiedenen Disziplinen. Einerseits waren die Statistiker und Informatiker gezwungen, sich mit den ökologischen Fragen der Teilprojekte zu befassen. Andererseits mussten die Teilprojektbearbeiter sich mit der statistischen Denkweise sowie mit Methoden der Erstellung von Datentabellen im Hinblick auf die Auswertungen befassen. Diese überaus wichtige Funktion des Projektmanagements deckt sich mit den Erfahrungen anderer Vorhaben. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist kein Selbstorganisationsprozess, sondern muss intensiv bereits in der Planungsphase und kontinuierlich während der gesamten Laufzeit auf die gemeinsamen Ziele ausgerichtet werden. Sie stellt somit hohe Anforderungen an ein kontinuierliches Projektmanagement (Daschkeit 1998b, Roy et al. 1998, Roux 1997). Fränze & Daschkeit (1998) sehen dagegen die Projektorganisation als einen von mehreren Faktoren für interdisziplinäre Forschung an (s.u.) und betonen, dass sie allein kein Garant für den Erfolg ist. Die Erfahrungen der Ökosystemforschung Wattenmeer bestätigen dies. Trotz personell gut ausgestatteter Steuergruppen wurde in einigen Arbeitsgruppen nur eine multidisziplinäre Zusammenarbeit erreicht (s.o.).

Folgende weitere Voraussetzungen und positive Rahmenbedingungen wurden in der Ökosystemforschung Wattenmeer als förderlich für interdisziplinäre Zusammenarbeit identifiziert. Zentral sind übergeordnete Fragestellungen und Projektziele, mit denen sich die Teilprojektbearbeiter identifizieren und zu denen sie einen Beitrag leisten können und müssen. Weitere positive Faktoren sind der identische Raumbezug (z.B. die Wahl eines Hauptforschungsraumes). Außerdem wird die Unterbringung möglichst aller am Projekt beteiligten Wissenschaftler in einem Institut (bzw. Ökosystemforschungszentrum) als förderlich angesehen, im Falle der Ökosystemforschung Wattenmeer aber nicht realisiert. Durch die Beteiligung von Instituten im gesamten norddeutschen Raum und von zwei Instituten in München entstand ein erheblicher zeitlicher Aufwand für Reisen zu Projektveranstaltungen (siehe Kap.5, Dittmann et al. 1998, Roy et al. 1998).

8.2 Wissenschaftliche Resultate

In diesem Kapitel wird der Versuch unternommen, zu beurteilen, ob die Ökosystemforschung Wattenmeer einen Sondernutzen in Form von umfangreicheren Ergebnissen erbracht hat, als von entsprechenden Einzelprojekten zu erwarten gewesen wären. Hierbei werden insbesondere die damit verbundenen methodischen Schwierigkeiten herausgestellt. Eine inhaltlich-wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den Ergebnissen erfolgt in Band 1 dieses Berichtes.

Allgemeine Kriterien für die Bewertung der wissenschaftlichen Resultate sind u.E. zunächst die Qualität und Quantität der Ergebnisse, der Grad der Zielerreichung eines Forschungsprojekts und die Entwicklung neuer Methoden. Ein verbessertes Systemverständnis und umsetzungsorientierte Ergebnisse zählen ebenfalls zu den wissenschaftlichen Resultaten. Sie werden aufgrund ihres besonderen Stellenwertes in der Ökosystemforschung Wattenmeer in den nachfolgenden Kapiteln bewertet und die umsetzungsorientierten Ergebnisse im Zusammenhang mit ihrer Nutzbarkeit durch Planung und Umweltpolitik diskutiert.

Die Qualität und Quantität der Ergebnisse ließe sich z.B. anhand der im Verbundvorhaben verfassten Publikationen beurteilen. Mögliche Kriterien wären das Renommee der Zeitschriften, in denen veröffentlicht wurde, die Anzahl der Publikationen pro Autor, Teilprojekt oder Arbeitsgruppe und die wissenschaftliche Relevanz der Ergebnisse. Allerdings ist es schwierig, diese Relevanz zu definieren und zu quantifizieren. So ist z.B. das Maß, wie oft eine Arbeit von anderen Autoren zitiert wird (Science Citation Index), durchaus umstritten, da es nicht zwangsläufig etwas über die Qualität einer Arbeit aussagt. Darüber hinaus gibt es einen generellen Einwand, die genannten Bewertungskriterien auf interdisziplinäre Forschung anzuwenden. Sie wurden zur Bewertung disziplinärer Arbeiten entwickelt und sind nur bedingt zur Bewertung interdisziplinärer Arbeiten geeignet. Es ist davon auszugehen, dass in interdisziplinären Projekten weniger Artikel pro Autor entstehen, da die Zusammenarbeit gemeinsame Publikationen bedingt und etwa 20 % der Personal- und Finanzkapazitäten für den erhöhten Koordinierungsaufwand benötigt werden (Kerner et al. 1991, Daschkeit 1998a). Bei den Teilprojekten und Arbeitsgruppen als Bezugsgröße für die Anzahl der Publikationen fehlen Vergleichswerte und es müsste die jeweilige Gruppengröße berücksichtigt werden. Außerdem kann sich bei der Publikation interdisziplinärer Arbeiten das

Problem stellen, dass sie kaum von angesehenen Fachzeitschriften akzeptiert werden, da diese überwiegend fachspezifisch ausgerichtet sind (Butler 1998). Allerdings scheint dieses Problem im Bereich der marinen Wissenschaften weniger ausgeprägt zu sein. Jedoch wird auch die Liste der Publikation der Ökosystemforschung Wattenmeer von fachspezifischen Arbeiten dominiert (siehe Anhang 11.6). Die Ursache hierfür ist möglicherweise darin zu suchen, dass aufgrund vermuteter Schwierigkeiten, interdisziplinäre Arbeiten zu veröffentlichen, es vorgezogen wird, disziplinäre Arbeiten zu verfassen. Außerdem sind Wissenschaftler aufgrund der immer ausgeprägteren Spezialisierung der Forschung überwiegend gezwungen, sich durch fachspezifische Arbeiten zu qualifizieren.

Neben den genannten Vorbehalten gibt es weitere Schwierigkeiten, die Publikationen zur Bewertung der wissenschaftlichen Qualität der Resultate heranzuziehen. Erfahrungsgemäß vergehen mehrere Jahre, bis alle wesentlichen Ergebnisse eines Forschungsprojektes publiziert sind. So auch in der Ökosystemforschung Wattenmeer. Einige der Ergebnisse, die aus den 1994 bis 1996 beendeten Teilprojekten resultieren, werden noch publiziert.

Die Beurteilung, ob der Umfang der erarbeiteten wissenschaftlichen Resultate über den von entsprechenden Einzelprojekten hinausgeht, bereitet ebenfalls Probleme. So werfen z.B. Häberli & Grossenbacher (1999) in ihrem Kriterienkatalog für eine Schlussevaluation interdisziplinärer Verbundvorhaben die Frage auf, ob eine ausreichende Anzahl von Publikationen vorliegt, ohne dieses Kriterium näher zu quantifizieren (siehe Kap. 8.9). Auch hieraus wird ersichtlich, dass ein allgemeingültiger Bewertungsmaßstab fehlt. Eine Gegenüberstellung von Ökosystemforschung Wattenmeer und Solling-Projekt verdeutlicht, dass selbst der Vergleich von Ökosystemforschungsvorhaben untereinander schwierig ist (Tabelle 8.1). Abgesehen von der unterschiedlichen Thematik unterscheiden sich die beiden Vorhaben in Größe, Laufzeit und Anzahl der beteiligten Wissenschaftler. Die Angaben zur Anzahl der Publikationen aus dem Solling-Projekt beziehen sich auf einen Zeitpunkt 13 Jahre nach Abschluss des Vorhabens, die Ökosystemforschung Wattenmeer ist gerade erst abgeschlossen. In der Publikationsliste des Solling-Projektes sind, anders als in der Liste der Ökosystemforschung Wattenmeer, Publikationen und Diplom- bzw. Doktorarbeiten zusammengefasst. Eine Liste der in der Ökosystemforschung Wattenmeer entstandenen Diplom- und Doktorarbeiten existiert nicht, so dass die in Tabelle 8.1 angegebene Zahl hochgerechnet werden musste.

Tabelle 8.1: Gegenüberstellung von Ökosystemforschung Wattenmeer und Sollingprojekt

	Ökosystemforschung Wattenmeer	Solling-Projekt¹
Laufzeit	10 Jahre (1989 - 1998)	8 Jahre (1966 - 1973)
Teilprojekte	94	35
Wissenschaftler	ca. 206	ca. 120
Publikationen	ca. 350	ca. 330 ²
Diplom-, Doktorarbeiten	ca. 100 ³	

¹ Angaben aus Ellenberg et al. (1986)

² inklusive Diplom- und Doktorarbeiten

³ hochgerechnet für das Gesamtvorhaben aus den Angaben für das schleswig-holsteinische Teilvorhaben, Stand Juni 95

Die aufgezeigten Probleme bei der Bewertung der wissenschaftlichen Resultate stellen sich auch in anderen Verbundvorhaben (Fränzle & Daschkeit 1997) dar und werden z.B. im Forum „Transdisziplinärer Forschungsprozess“ im Rahmen des SPPU Schweiz diskutiert (Daschkeit 1998a). Einerseits wurde dort die Meinung vertreten, dass die Bewertung interdisziplinärer Forschung nur projektspezifisch möglich ist und Kriterien daher nicht verallgemeinerbar sind. Andererseits wurde die Ableitung entsprechender Indikatoren gefordert. Aus dieser Diskrepanz resultiert der Vorschlag, die Wissenschaftler eines interdisziplinären Verbundvorhabens an der Definition des Sondernutzens und der Bestimmung des Zielerreichungsgrades (Daschkeit 1998a) sowie der Festlegung der projektspezifischen Bewertungskriterien (Häberli & Grossenbacher 1999) zu beteiligen.

In der Ökosystemforschung Wattenmeer ist dies ansatzweise durch die Interviews erfolgt, allerdings ohne das zu Beginn des Vorhabens Bewertungskriterien festgelegt wurden wie dies Häberli & Grossenbacher (1999) fordern (siehe Kap. 8.9). Es wurde gefragt, wie das Erreichen der Projektziele und die wissenschaftlichen Resultate im Vergleich zu Einzelprojekten bewertet werden. Das Erreichen der Projektziele wurde in den Interviews von Beteiligten der Ökosystemforschung Wattenmeer überwiegend als gut bis sehr gut beurteilt. Lediglich einige wenige Personen fanden sie nur befriedigend, da sie die übergeordneten Projektziele wie z.B. „grundlegende Erforschung der ökologischen Funktionen und Prozesse“ als wissenschaftlich zu umfassend ansahen (siehe Kap. 5.2.4). Die wissenschaftlichen Resultate des Projektes wurden im Vergleich zu Einzelprojekten von nahezu allen Befragten umfangreicher als bei Einzelprojekten eingeschätzt. Die positive Beurteilung wird mit Synergieeffekten zwischen den Teilprojekten und der interdisziplinären Beantwortung übergeordneter Fragestellungen begründet. Auch die zahlreichen anwendungsorientierten Ergebnisse wurden in diesem Zusammenhang genannt (siehe Kap. 8.4). Diese Aussagen, sowie die oben erwähnten positiven Einschätzungen der Befragten hinsichtlich des Erreichens der Projektziele, lassen sich anhand der teilprojektübergreifenden Abschlußberichte, Thematischen Reports und Teilsyntheseberichte belegen (Dittmann et al. 1998, Gätje &

Reise 1998, Roy et al. 1997, Knust 1996, Petri 1996, Rahmel 1996, Walter 1996, Eversberg & Roy 1996, Kellermann et al. 1996, Stock et al. 1996). Die weiteren Begründungen der Befragten, wie z.B. die große Anzahl von Publikationen, sind persönliche Einschätzungen, die z.T. schwierig zu belegen sind (s.o. und Kap. 5.2.4).

Die Entwicklung neuer Methoden wurde als weiteres Kriterium für die Bewertung der wissenschaftlichen Resultate gewählt (s.o.). In dieser Hinsicht ist in der Ökosystemforschung Wattenmeer viel geleistet worden. Aufgrund fehlender Bewertungskriterien ist dies jedoch ebenfalls nicht quantifizierbar. Deshalb werden lediglich einige Beispiele aufgeführt. Es wurden neuartige Probennahmestrategien für chemische Untersuchungen und Benthosstudien, neue statistische Auswertungsverfahren und eine in-situ-Färbemethode für Benthosuntersuchungen entwickelt (Dittmann et al. 1998). Geographische Informationssysteme und die Fernerkundung wurden erstmals im marin-terrestrischen Übergangsbereich für die flächenhafte Erfassung von Strukturen, wie z.B. Seegras- und Miesmuschelbestände, Sedimenttypen und „Schwarze Flecken“ eingesetzt (Kohlus 1997, Roy et al. 1997, Millat 1996).

Die vorangegangenen Ausführungen machen deutlich, dass eine Bewertung der wissenschaftlichen Resultate nach objektiven Kriterien schnell an eine Grenze stößt. Sowohl die Einschätzungen der Befragten als auch der Autoren fußen z.T. auf persönlichen wissenschaftlichen Erfahrungen. Eine Möglichkeit, diesem Problem zu begegnen, liegt in der Einführung einer systematischen Projektevaluierung bei zukünftigen Verbundvorhaben (siehe Kap. 8.9).

8.3 Systemverständnis

Ein weiterer Sondernutzen der Ökosystemforschung Wattenmeer war im Bereich des Systemverständnisses angestrebt (Leuschner 1989, ARSU 1989). Die Grundentschlüsselung der Strukturen, Funktionen und Prozesse des Wattenmeeres (siehe Kap. 3 und 4) war ein sehr hoher Anspruch, der so umfassend nicht realisiert werden konnte. Bei der Durchführung der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde diese breite Zielsetzung auf „beforschbare Fragestellungen“ eingeeengt (Reise 1997).

Wissenschaftler der Ökosystemforschung Wattenmeer äußerten in den Interviews die Einschätzung, dass für ausgewählte Funktionen und Prozesse bzw. für Teilbereiche des Systems das Verständnis in einem Maße verbessert wurde, wie es Einzelprojekte nicht hätten leisten können (siehe Kap. 5.2.4). Dies wurde ebenfalls durch die Veröffentlichungen und Abschlußberichte der Teilsynthesen belegt. In SWAP ermöglichten die vielfältigen Austauschuntersuchungen Aussagen zur Quellen- und Senkenfunktion des Lister Tidebeckens für Nährsalze, organische Stoffe und Organismen (Gätje & Reise 1998). In ELAWAT konnte gezeigt werden, dass einige Stabilitätsmechanismen der untersuchten abiotischen und biotischen Komponenten direkt oder indirekt mit den Gezeiten und der Existenz eines Gezeitenbereiches zusammenhängen. Denn die Gezeiten an sich (Überflutung, Strömung) und die von ihnen dominierte Hydrodynamik, Morphologie und Sedimentologie bestimmen eine Vielzahl von Prozessen, die das Leben im Watt entscheidend beeinflussen (Grimm et al. 1998). In der angewandten Ökosystemforschung wurde z.B. ein besseres Verständnis der

Ursachen und Auswirkungen "Schwarzer Flecken" und generell des Systems Natur-Mensch durch die Einbeziehung sozioökonomischer Untersuchungen erlangt (Gubernator 1998, Roy et al. 1997, Feige & Triebswetter 1997, Ruth 1997, Petri 1996, Eversberg & Roy 1996, Stock et al. 1996). Neben den beispielhaft kurz umrissenen Ergebnissen sind eine Weiterentwicklung der Ausgangshypothesen und neu definierter Forschungsbedarf Indikatoren für ein erweitertes bzw. verbessertes Systemverständnis (siehe hierzu Reise et al. 1998, Grimm et al. 1998a sowie Band 1, Farke & Liebezeit 1999, Kap. 3). Die dokumentierten Fortschritte im Verständnis des Ökosystems Wattenmeer und des Systems Natur-Mensch der Wattenmeerregion (siehe hierzu auch Band 1, Farke & Liebezeit 1999) wurden erst durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen möglich. Die Ökosystemforschung Wattenmeer hat somit einen Sondernutzen erbracht, der mit Einzelprojekten nicht möglich gewesen wäre.

Für die Erweiterung des Systemverständnisses haben die Entwicklung und der Einsatz von Modellen und die Auseinandersetzung mit Ökosystemtheorien eine wichtige Rolle gespielt (Dittmann et al. 1998, Gätje & Reise 1998, Reise 1997, siehe auch Band 2 Wirtz & Niesel 1999). Die Beteiligung der Modellierer an einem interdisziplinären Verbundvorhaben ist jedoch nicht automatisch eine Garantie für diesen positiven Effekt. In der Ökosystemforschung Wattenmeer gibt es durchaus auch Beispiele, dass die Modellierer relativ isoliert gearbeitet und von den übrigen Teilprojekten lediglich Daten zur Evaluierung ihrer Modelle bezogen haben. Um diese beiden methodischen Vorgehensweisen erfolgreich einzusetzen, ist ein entsprechendes Schulungsangebot für die Teilprojektbearbeiter erforderlich. Ihnen fehlt oft eine entsprechende fachliche Ausbildung und sie sind aus zeitlichen Gründen nicht in der Lage, sich in Eigeninitiative in diese beiden Bereiche einzuarbeiten. Grundzüge der ökologischen Modellierung sollten daher - wie in ELAWAT geschehen - in Workshops vermittelt werden (Dittmann et al. 1998, siehe auch Kap.8.6).

Auf der Basis der umfangreichen Ergebnisse der Teilprojekte trugen die vier Teilsynthesen wesentlich zur Erweiterung des Systemverständnisses bei. Die Ergebnisintegration im Rahmen einer Synthese ermöglicht u.a. die Überprüfung von übergeordneten Hypothesen, Modellvorstellungen und die Identifizierung von Systemeigenschaften (siehe Kap. 8.5).

Aus anderen Ökosystemforschungsvorhaben gibt es ebenfalls positive Erfahrungen mit dem Einsatz von Modellen, die Weiterentwicklung von Ökosystemtheorien und die Durchführung einer Synthese als wesentliche Werkzeuge und Methoden für die integrative Auswertung umfangreicher Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit.

Im Solling-Projekt wurden für die Analyse komplexer Zusammenhänge durch Vertreter verschiedener Fachdisziplinen „Wortmodelle“ (graphische Darstellungen und Textübersichten) genutzt, um Querverbindungen darzustellen und auf eine Synthese hinzuarbeiten (Ellenberg et al. 1986). In der Ökosystemforschung Berchtesgaden haben bereits die Konzeption, Entwicklung und Validierung der integrierenden Modelle einen wichtigen Beitrag zur Struktur- und Funktionsanalyse der betreffenden Umwelt- und sozioökonomischen Bereiche geleistet (Kerner et al. 1991).

In der Ökosystemforschung Bornhöveder Seenkette werden Modelle für die Überprüfung der aufgestellten Hypothesen eingesetzt. In der ersten Projektphase wurden die Modellbereiche Wasserhaushalt, Energiehaushalt, Stoffhaushalt, Biozönose und Sozioökonomie bearbeitet. Durch die Kopplung dieser Modelle zu einem allgemeinen Ökosystemmodell soll es möglich werden, emergente Ökosystemeigenschaften zu identifizieren und als Indikatoren für den Ökosystemzustand zu verwenden. Durch weitere Modellierungsschritte auf der Prozess-, Ökosystem- und Einzugsgebietsebene sollen die Selbstorganisationsmechanismen verschiedener Ökosysteme verglichen werden, um unter Einbeziehung von Dynamik und Entwicklungspotentialen ökosystemare Bewertungsverfahren, eine wissenschaftlich begründete Umweltplanung sowie Maßnahmen für den Umweltschutz zu entwickeln (Fränze 1998a).

Bei den Arbeiten des Bayreuther Institutes für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK) dient die Modellentwicklung u.a. der Ergebnisintegration von experimentellen Erkenntnissen und als Grundlage für theoretische Überlegungen zu allgemeingültigen Organisationsprinzipien von Ökosystemen. Darüber hinaus wurde hier die Modellbildung bei der Entwicklung des Messdesigns für Freilandarbeiten herangezogen (Gollan & Heindl 1997). Im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) dient die Modellentwicklung der integrierten Auswertung und Interpretation der Teilprojektergebnisse (Hantschel et al. 1997).

Auch im Solling-Projekt und der Berchtesgadener Ökosystemforschung war eine Synthese ein wichtiger Schritt zur Vertiefung des Systemverständnisses (siehe Kap. 8.5).

Aufgrund der geschilderten Erfahrungen der Ökosystemforschung Wattenmeer und weiterer Verbundvorhaben sind der Einsatz von Modellen, die Bearbeitung von Ökosystemtheorien sowie die Durchführung einer Synthese wesentliche methodische Elemente interdisziplinärer Zusammenarbeit, die auch in zukünftigen Vorhaben zum Einsatz kommen sollten.

8.4 Umsetzungsorientierte Erarbeitung von Ergebnissen der Ökosystemforschung Wattenmeer zur Nutzung durch Fachplanung und Umweltpolitik

Anthropogene Nutzungen natürlicher Ressourcen führen zu vielfältigen direkten und indirekten Eingriffen in Ökosysteme mit oft unerwünschten Folgen. Die Konsequenzen dieser zunehmenden Belastungen haben in den vergangenen Jahrzehnten zu der Erkenntnis geführt, dass erfolgreiche umwelt- und ressourcenschonende Handlungsstrategien auf einem ganzheitlichen Verständnis der Wirkungen in den betroffenen Ökosysteme aufbauen müssen. Handlungsstrategien einer zielgerichteten Umweltplanung müssen sich dabei der Grundlage einer methodisch-wissenschaftlich abgesicherten, nachvollziehbaren Bewertung von Ökosystemen und Ökosystemzuständen, auch im Sinne der Rechtssicherheit von Planung, bedienen (Hinrichs 1994).

Die zuständigen Einrichtungen sind hierbei die Umweltverwaltungen der Länder und des Bundes. Dabei haben Umweltverwaltungen aufgrund des föderalistischen Systems und ihrer Aufgabenstellung keine einheitliche Struktur und schließen in ihrer Gesamtheit auch die Vollzugsverwaltungen mit ein.

Abgeleitet aus den Aufgaben sind es vor allem die oberen und obersten Umweltfachbehörden, die Anforderungen an eine Ökosystemforschung stellen. Als Umweltfachbehörden werden diejenigen Fachverwaltungen verstanden, die mit naturwissenschaftlichen-technischem Methodenwissen wissenschaftliche Erkenntnisse aufbereiten. Die Vollzugsverwaltung setzt diese Erkenntnisse wiederum als Maßstab für ihre Planungen, Maßnahmen und Entscheidungen ein (Keitel 1998).

Der Informationsbedarf der Umweltfachbehörden gegenüber der Ökosystemforschung ist nach Keitel (1998) insbesondere in folgenden Punkten zu sehen:

- Erkenntnisse über Phänomene und Wirkungszusammenhänge
- Methodenwissen zur Informationsgewinnung, zur Diagnose und Prognose, zur Ableitung von Bewertungsstandards und zur Entwicklung von Maßnahmen.

Wesentliche Bedeutung misst er für die Nutzbarkeit von wissenschaftlichen Informationen in der Verwaltungspraxis folgenden zwei Punkten bei:

- klare Angaben zur Qualität der Informationen und
- die Festlegung eines anerkannten Stands der wissenschaftlichen Forschung.

Erkenntnisse der Ökosystemforschung sind allerdings in der Regel erst dann für den Vollzug nutzbar, wenn sie durch entsprechende Umweltfachbehörden „aufbereitet“ wurden. Damit wirken die Umweltfachbehörden als Bindeglied zwischen der Wissenschaft, der Vollzugsverwaltung und der Politik, in denen Fachwissen aus unterschiedlichen Quellen und Disziplinen für Nutzergruppen in den verschiedenen in der Hierarchie nachgeordneten Verwaltungen aufbereitet werden. Weiterhin unterstützen und beraten die Umweltfachbehörden fachlich die Umweltministerien und damit die umweltpolitisch verantwortliche Planungs- und Entscheidungsebene (Abb. 8.1). Beispiele für diese Fachbehörden sind auf der Bundesebene das Umweltbundesamt⁹, auf der Landesebene zählen hierzu die Landesämter oder Landesanstalten für Umwelt oder Umweltschutz und auf der regionalen Ebene sind dies z.B. die Umweltfachämter.

⁹ Das Umweltbundesamt hat keine nachgeordneten Behörden.

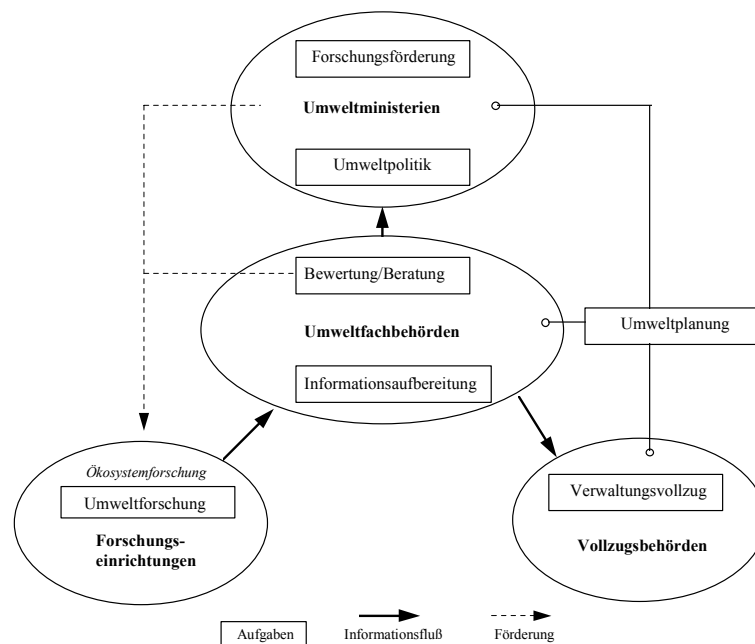


Abbildung 8.1: Aufgaben, Informationsfluss und Verwaltungsebenen im Umweltbereich (leicht veränderte Darstellung aus: Keitel 1998)

Umweltfachbehörden benötigen also für ihre Bewertungs- und Beratungsaufgaben möglichst aktuelles umfassendes Grundlagen- und methodisches Wissen zur Informationserhebung und -aufbereitung. Insbesondere dann, wenn sie in ihrem räumlichen Zuständigkeitsbereich Monitoringprogramme betreiben, die der flächenbezogenen Erfassung des Zustandes und der Veränderung von Ökosystemen zum Zweck einer systemar begründeten Bewertung und Planung dienen sollen.

Hier kann und muss die Ökosystemforschung als ein wesentlicher Baustein der Umweltforschung ansetzen und für die untersuchten Regionen die Möglichkeit bereitstellen, Grundlagentdaten zu erheben, Methodenwissen zu entwickeln und für die Umweltplanung so aufzubereiten, dass sie Bewertungsgrundlage für eine zielgerichtete Umweltplanung sein kann.

Für die Nutzbarkeit der gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse für die Vollzugsverwaltungen sieht auch Knauer (1994), wie Keitel (1998), den Anspruch der Umweltplaner an eine solche „angewandte, regionalisierte Ökosystemforschung“ insbesondere in belastbaren Orientierungs- und Bewertungsmaßstäben, die sie für ihre Verfahren (Nationalparkplan, Landschaftsplan, UVP u.a.) einsetzen können.

Bei der Umsetzung der Erkenntnisse der ökosystemarer Zusammenhänge in die Praxis sind diese ganzheitlichen Aspekte bisher wenig berücksichtigt worden. Eine der Schwierigkeiten zwischen dem Anspruch und der gängigen Praxis ist darin zu sehen, dass im Planungsbereich weitgehend sektoral, nicht systemar und kaum integrativ, sondern eher auf der Grundlage von einzelnen isolierten Befunden gearbeitet wird. Grund dafür sind zum einem die komplexen Wechselwirkungen im System deren Kenntnisse für den Einsatz in der Praxis meist ungenügend aufbereitet wurden und damit nur schwer vermittelbar erschienen. Zum zweiten sind für den Planungsprozess neben den wissenschaftlichen Grundlagen eine Viel-

zahl von weiteren Aspekten, wie z.B. nutzungsbedingte, ökonomische, umwelt- und planungsrechtliche, soziologische und ethische, einzubeziehen und zu berücksichtigen.

In der Ökosystemforschung Wattenmeer, dem Nachfolgevorhaben der in Berchtesgaden erprobten „angewandten Ökosystemforschung“ sollten, neben der Prüfung der Übertragbarkeit der in Berchtesgaden entwickelten Methoden, die stark anwendungsbezogenen Ansätze weiterverfolgt werden (siehe Kap. 2.4.2.).

So war ein Ziel in der angewandten Ökosystemforschung im Wattenmeer, das regionale Mensch-Umwelt System zu erforschen, seine Belastungen und Belastungsfähigkeit zu erkennen und die Steuerung der Einflüsse des Menschen auf einer dann verbesserten ökologischen Informationsgrundlage vornehmen zu können. Der Erfolg dieses Vorgehens ist allerdings von einigen Faktoren abhängig, die nicht durch die Forschung beeinflussbar sind. Ein Faktor ist, ob Verwaltung und Politik diese Erkenntnisse auch wollen und sie entsprechend unterstützen. Ein weiterer, ob geeignete Institutionen bzw. Verwaltungen in den zu untersuchenden Regionen vorhanden sind, die diese Erkenntnisse auch umsetzen können. So sieht Knauer (1994) als eine der Voraussetzungen für diese Art der „angewandten Ökosystemforschung“ die Zusammenarbeit mit den zuständigen Nationalparkbehörden in den Regionen an. Diese Vollzugsbehörden kennen am besten die für ihr Schutzgebiet zur Verfügung stehenden Instrumentarien, haben genaue Kenntnis des jeweiligen regionalpolitischen Kräfteverhältnisses und sind somit am ehesten in der Lage, Ergebnisse von Forschungsvorhaben in eine Veränderung gesetzlicher Instrumentarien einzubringen oder entsprechende Vorschläge für eine Umsetzung im umweltpolitischen Sinne zu machen (Knauer 1994).

Die Beurteilung, wie erfolgreich eine Ökosystemforschung im Hinblick auf die gesellschaftliche Relevanz der Erkenntnisse, ihrer Umsetzung in Verwaltungshandeln oder in die Politik ist, ist schwierig zu bewerten. Diese sind im Kontext von umweltplanerischen und gesellschaftlichen Prozessen, von normativen und umweltpolitischen Entscheidungen zu sehen und sind in der Regel nicht mehr durch die Forschung beeinflussbar. Erste Ansätze von Evaluationskriterien für interdisziplinäre- und transdisziplinäre Forschung hinsichtlich der Anwendung in der Praxis wurden in dem schweizerischen Schwerpunkt Programm Umwelt (SPPU) formuliert (siehe Anlage 11.8). Dabei sollte der Zeitpunkt der Evaluierung „Sinnvollerweise 3-5 Jahre nach Abschluss der Forschung“ angesetzt und der Frage nachgegangen werden „ob die durchgeführte Forschung eine Wirkung in Wissenschaft und Gesellschaft zeigt, ob die Resultate und Produkte aufgenommen und umgesetzt wurden“ (Häberli & Grossenbacher 1999).

Diese Kriterien haben wir bereits in Kapitel 8.1, als Kennzeichen angewandter interdisziplinärer Forschung und als einen zu erwartenden Sondernutzen in Hinsicht auf die Umsetzung der Ergebnisse aus der Ökosystemforschung Wattenmeer angesprochen. Den Sondernutzen sehen wir dabei in einer Verwertung von Erkenntnissen, Resultaten und Produkten, die durch grundlagenorientierte- oder anwendungsorientierte Ökosystemforschung erarbeitet wurden und neben der wissenschaftlichen Ergebnisdarstellung durch die Forschung durch entsprechende Träger (Behörden, Politik) aufgenommen und in die gesellschaftlichen

Prozesse eingebracht und umgesetzt wurden. Erst dadurch wird eine „Anschlussqualität“ der in der Ökosystemforschung erarbeiteten grundlagen- bzw. anwendungsorientierten Ergebnisse gewonnen und für Anwendungen konkret nutzbar gemacht. Die Beurteilung der Ökosystemforschung Wattenmeer wird auf der Grundlage der Erreichung dieses Sondernutzens vorgenommen, soweit es in einer Endphase eines Projektes möglich ist.

Die Erreichung dieses Sondernutzens in der Ökosystemforschung Wattenmeer setzt allerdings eine entsprechende Konzeption und Zielformulierung voraus, die bereits in der Konzeptphase auf eine Umsetzung der Ergebnisse abzielt. Weiterhin müssen organisatorische Rahmenbedingungen vorhanden sein, die eine Kooperation bzw. den intensiven Austausch zwischen Forschung und Verwaltung gewährleisten. In der Ökosystemforschung Wattenmeer sind die Voraussetzungen durch die beiden Konzepte zur „angewandten Forschung“ von Leuschner (1989) und ARSU (1989) erfüllt. Auch die organisatorischen Voraussetzungen waren durch die Einrichtung von Steuergruppen und deren Ansiedlung in den Nationalparkbehörden gegeben.

Im schleswig-holsteinischen Teil wurde auf den angewandten Aspekt ein vergleichsweise stärkeres Gewicht gelegt als im niedersächsischen Teil der Ökosystemforschung. So sind die Aufgabenstellung und Ziele im angewandten Teil (A-Teil) in Schleswig-Holstein zum Teil bis auf die Ebene der Teilprojekte bereits in der Antragsphase strukturiert und durch den Einbezug der Nationalparkbehörde in die Konzeption entsprechend ausgerichtet worden (Kap. 5). Diese beiden Voraussetzungen, inhaltlicher und organisatorischer Art, in der Ökosystemforschung Wattenmeer schufen die Möglichkeit bereits frühzeitig Ergebnisse in die Umsetzung in planungs- und gesellschaftsrelevante Prozesse einzubringen.

Nachfolgend sind einige Beispiele aus der Ökosystemforschung Wattenmeer aufgeführt, die wir diesem Sondernutzen zurechnen.

Auf der Bundesebene hat die Ökosystemforschung Wattenmeer Beiträge zum Wattenmeer-schutz geleistet: Anfangen von Analysen zu Auswirkungen anthropogener Veränderungen, wie Fischerei, Eutrophierung, Schadstoffe, über die Arbeiten zu Umweltbeobachtungsstrategien (Fische, Krebse, Benthos) bis hin zur Bewertung der Veränderungen der Umwelt mit Hilfe von Qualitätszielen. Diese Ergebnisse wurden als Grundlage für das Konzept des Trilateralen Monitorings genutzt und flossen ebenfalls in die Entwicklung und Festlegung eines trilateralen Managementplanes durch die Niederlande, Dänemark und Deutschland ein. Für die Verhandlungen über die Befahrensregelung im Wattenmeer konnte mit dem Bundesministerium für Verkehr aufgrund der Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer eine Änderung der Befahrensregelung erreicht werden (Roy et al. 1997, Kellermann et al. 1996, Stock et al. 1996).

Ein weiteres Beispiel dieses Sondernutzens ist die regionalspezifische Bedeutung und Weiter-nutzung der Ergebnisse aus der durchgeführten Ökosystemforschung Wattenmeer. So sind als direkte und indirekte Effekte die vorübergehende Schaffung von zahlreichen Arbeitsplätzen in der jeweiligen Region, die Etablierung und Stärkung der beteiligten Forschungsinstitute, Managementkonzepte und Vorschläge für Tourismusangebote (Informationseinrichtungen, Lehrpfade) zu verzeichnen (Kap. 5, Stock et al. 1996).

Die Verwertung der Ergebnisse der Ökosystemforschung durch die Nationalparkbehörden reichte von der öffentlichen Diskussion von Teilprojektergebnissen, z.B. der Beifangproblematik, des Küstenschutzes, der Salzwiesenbeweidung, über die Nutzung von Instrumentarien, wie z.B. GIS, Zentrale Datenhaltung, Fernerkundung, Entwürfe für und Realisierung von Managementkonzepten (Miesmuschelmanagement, Besucherlenkung, Vorschläge für den trilateralen Managementplan) bis hin zu Vorschlägen in trilateralen und internationalen Gremien. Durch Analyse sozioökonomischer Fragestellungen konnten Auswirkungen von Nutzungen, z.B. Fischerei, Tourismus, Salzwiesenbeweidung dargestellt und bewertet werden.

Insbesondere die flächendeckende detaillierte Erfassung von Strukturen und deren flächenscharfe Wiedergabe in Karten sind heute unverzichtbare Arbeitsmaterialien für die Behörde. Sie sind zu einem aussagekräftigen Arbeitsmittel geworden, um z.B. Planungsgrundlagen nachvollziehbar und transparent für Öffentlichkeit und Nutzergruppen zu machen. Durch den Aufbau und Einrichtung der Datenverarbeitungsstrukturen in der Ökosystemforschung Wattenmeer (Datenbanken, GIS, Fernerkundung u.a.) konnten die Nationalparkbehörden diese Instrumentarien zunächst gemeinsam mit der Forschung nutzen und sie dann für ihre konkreten Vollzugsaufgaben übernehmen und ausbauen.

Die kontinuierliche Ergebnisverwertung, die Kommunikation und Kooperation sowie der erwünschte Austausch zwischen Verwaltung und Wissenschaft wurde dabei über die Einbindung der Steuergruppen der Ökosystemforschung Wattenmeer in die Nationalparkbehörden gewährleistet. Allerdings wurde ein Unterschied zwischen Niedersachsen und Schleswig-Holstein hinsichtlich der Einbindung der Ökosystemforschung in die jeweilige Nationalparkbehörde gesehen. Sie war in Schleswig-Holstein wesentlich intensiver, da der schleswig-holsteinische Teil stärker anwendungsorientiert ausgerichtet war und die Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer als wissenschaftliche Grundlagen für einen Nationalparkplan genutzt werden sollten. So wurden die Ergebnisse der Ökosystemforschung in öffentlichen Diskussionen zur Discardproblematik, zum Küstenschutz und Salzwiesenbeweidung vorgestellt und durch die Nationalparkbehörden für die Entwicklung von Managementkonzepten (Miesmuschelmanagement, Besucherlenkung) und als Grundlage für die Entwicklung eines Nationalparkplanes in Schleswig-Holstein genutzt. Daher wurde von Seiten der Behörde auch wesentlich stärker auf die Schwerpunktsetzung bei der Entwicklung von Leitfragen, der Erstellung von Konzepten und der Gliederung und Inhalt des Syntheseberichtes Einfluss genommen. In Niedersachsen wurde die Einbindung der Steuergruppe in eine Nationalparkbehörde ebenfalls als Vorteil für die angewandte Forschung gewertet. Nur dadurch konnte der kontinuierliche Informationsfluss zwischen den Erzeugern und den Anwendern wissenschaftlicher Ergebnisse und deren Umsetzung stattfinden (Roy et al. 1997).

Forschungsergebnisse flossen auf mehreren Ebenen in die Arbeits- und Entscheidungsprozesse der Behörden ein. Zum einem in die tägliche Arbeit und zum anderen in Gremienarbeit, Öffentlichkeitsarbeit mit Betroffenen, Verbänden und der Bevölkerung. Darüber hinaus partizipierten die Nationalparkbehörden an den in der Ökosystemforschung Wattenmeer neu entwickelten Methoden, wie z.B. Fernerkundung oder Instrumentarien wie das Geographische Informationssystem. Bei aktuellen umweltpolitischen Anforderungen und Problemen,

die während der Laufzeit des Vorhabens auftraten, wurde auf Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer zurückgegriffen. Gerade der Rückgriff über die Steuergruppen auf Expertenwissen und Gebietskenntnis konnte bei der Bewertung und Bescheidung von Eingriffen in die Nationalparke genutzt werden. Als Beispiele sind Eingriffe durch Küstenschutzmaßnahmen (z.B. Vorlandarbeiten) oder die Frage von Störungen durch Freizeitaktivitäten oder Gewerbe (z.B. Einfluss schnellfahrender Schiffe auf Meeressäuger, Nutzung von Windkraft) zu sehen. Ein weiteres Beispiel ist die Regelung der Muschelfischerei in Schleswig-Holstein auf der Grundlage der Ökosystemforschung Wattenmeer, die durch eine Novellierung des Landesfischereigesetzes und durch das Muschelfischereikonzept der Landesfischereibehörde festgeschrieben werden konnte.

Aber auch die Nationalparkbehörden hatten ihren Sondernutzen durch den Einbezug der Steuergruppen in die Verwaltungshierarchie. Der Anspruch von Fachleuten in den Nationalparkbehörden muss es sein, Orientierungs- und Bewertungsmaßstäbe für ihre Fachplanungen zu bekommen. Diesen Anspruch konnte die Ökosystemforschung Wattenmeer erfüllen. Neben der konkreten Nutzung der Ergebnisse durch die Nationalparkbehörden hat die Ökosystemforschung Wattenmeer zu einer personellen Verstärkung der Behörde geführt. Durch die Anbindung der Steuergruppe an die Nationalparkbehörden hatten sie ein Expertenteam zur Hand, das auf aktuelle Anforderungen umgehend reagieren konnte. Durch ihre „Vermittlerrolle“ zwischen Wissenschaft, Fach- und Vollzugsverwaltung hatte sie auch Einblicke in beide Bereiche, so dass sie Sachverhalte besser transportieren und gegenüber Verwaltung, Forschung, Öffentlichkeit und Politik darstellen konnte. So ermöglichte die Ökosystemforschung Wattenmeer der Nationalparkbehörde eine differenziertere Betrachtung und Bewertung von Eingriffen, Nutzungen und Einflüssen auf das Wattenmeer. Sie lieferte den methodisch-wissenschaftlichen Unterbau für eine auf Prozessschutz basierende Bewertung des flächenhaften Naturschutzes in den Nationalparks des deutschen Wattenmeeres (Stock et al. 1999). Des weiteren geht aus den durchgeführten Interviews (siehe Kap. 5) hervor, dass der Aufbereitung der Ergebnisse zu Planungszwecken und der Erreichung von Ergebnisumsetzung in die Praxis (Nutzung für Konzepte, Gremien, Arbeit von Behörden u.a.) ein hoher Stellenwert innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer zugerechnet wurde.

Bei grundsätzlich positiver Beurteilung der Einbindung der Steuergruppen in die Nationalparkbehörden sind aber auch einige Nachteile erkennbar geworden (siehe Kap. 5.2.3). So sind die Mitarbeiter der Steuergruppe bei einer Anstellung in einer Nationalparkbehörde weisungsgebunden. Es ist nicht auszuschließen, dass dies zu Einschränkungen der unabhängigen Meinung führen kann, insbesondere dann, wenn direkte Konsequenzen aus den Forschungsergebnissen besondere politische Relevanz aufweisen (Roy et al. 1997). So haben u.a. auch die Naturschutzverbände in Niedersachsen die Ansiedlung der Steuergruppe in der Nationalparkbehörde grundsätzlich kritisiert, da damit potentiell die Unabhängigkeit der Wissenschaft beeinträchtigt werden könnte. Aus der Sicht der Wissenschaft könne der Ablauf der geplanten Forschung zu stark eingeschränkt sein oder sogar zu einem Reputationsverlust innerhalb der scientific community führen.

Ebenfalls kritisiert wurde, dass für die öffentliche Diskussion von Vorschlägen aus der Ökosystemforschung Wattenmeer, die in Managementmaßnahmen umgesetzt werden sollen, eine klarere Trennung zwischen der Erstellung des wissenschaftlichen Gutachtens durch die Forschung und der umsetzenden Behörde notwendig gewesen wäre (Kap. 5). So wurde in einigen Fällen bei der Diskussion des Syntheseberichts in Schleswig-Holstein durch die Öffentlichkeit eine scheinbare Vermengung der Interessen zwischen Forschung, Fachverwaltung und Vollzug gesehen und der Behörde vorgeworfen, dass sie die Grundsätze ihrer Abwägungspflicht von Nutzungsansprüchen und Naturschutzanforderungen nicht ausreichend wahrgenommen hätte.

In weiteren Verbundforschungsvorhaben wurden andere inhaltliche und organisatorische Ansätze, als sie für die Ökosystemforschung Wattenmeer charakteristisch sind, gewählt.

Im Vorläufervorhaben, der Ökosystemforschung Berchtesgaden, wurde ebenfalls großer Wert auf eine bereits von Anfang an zielgerichtete Verwertung von Ergebnissen im Berchtesgadener Ökosystemforschungsprojekt gelegt (siehe Kap. 2 Berchtesgaden). Dabei wurden Fallstudien (Szenarien) mit aktuellen, praxisbezogenen und regional bedeutsamen Fragestellungen bearbeitet, wie z.B. Waldsterben, Landwirtschaft im Hochgebirge, Belastungen durch Tourismus, Auswirkungen der Olympischen Spiele. Diese Studien wurden als Beleg für die Anwendbarkeit und Umsetzbarkeit in politisches Handeln verstanden (Kerner et al. 1991). Das Berchtesgadener Vorhaben erbrachte damit den Nachweis, dass ein derartiger handlungsorientierter Ansatz der Politikberatung innerhalb eines Ökosystemforschungsprojektes möglich und durchführbar war (Sondernutzen). Organisatorisch wurde innerhalb des Berchtesgadener Vorhabens eine Kooperation des Forschungsprojektes mit der dort ansässigen Nationalparkbehörde verfolgt. Allerdings war im Gegensatz zur Ökosystemforschung Wattenmeer die für das Projekt gebildete Steuerungsgruppe nicht in der Nationalparkbehörde angesiedelt, sondern ein Vertreter der Behörde wurde in der Steuerungsgruppe eingebunden.

In anderen Forschungsvorhaben, wie z.B. in der Ökosystemforschung Bornhöveder Seenkette, wurde die Forschungs koordinierung im universitären Bereich angesiedelt. Die Ausrichtung dieser Forschung ist grundlagenorientiert und zielte zunächst nicht auf den Praxisbezug ab. Erst in einem nachgeschalteten Prozess sollten die Ergebnisse und Methoden „planungsrelevant landschaftsbezogen aufbereitet“ und der Praxis zur Verfügung gestellt werden (Fränze 1998a).

Im Rahmen einer für das Bornhöved-Projekt in Auftrag gegebenen „Machbarkeitsstudie zur Entwicklung von systemaren Handlungskonzepten für eine ökologisch orientierte Planung“ wurde festgehalten, dass die Umsetzung ökosystemarer Erkenntnisse in die Praxis ohne eine enge Einbindung der Zielgruppen (z.B. Behörden) nicht durchführbar ist (Hinrichs 1994). „Wissenschaft ist eine Disziplin, deren Dienstleistungen wie ein Gut, wie jede andere Dienstleistung auf Märkten gehandelt wird,.....wir tun immer noch so, als sei Wissenschaft etwas, was von den restlichen Prozessen der Gesellschaft und auch vom Diskurs in der Gesellschaft losgelöst sei“ (Fränze & Daschkeit 1997). Als Voraussetzung für die Umsetzung der Erkenntnisse wurde eine intensive Kooperation zwischen Verwaltung und Wissenschaft

gefordert, die mit einem wechselseitigen Wissenstransfer einhergehen sollte. Geeignete Kommunikationsebenen für einen Informationsaustausch wurden in gemeinsamen Fachveranstaltungen, Beratungsgruppen, einem Praxisbeirat an den Universitäten und Fachhochschulen, der Erarbeitung einer Bedarfsliste Ökosystemforschung, gesehen.

Die durchführenden Wissenschaftler in dieser Studie führten aus, dass es für die Akzeptanz der Wissenschaft langfristig unverzichtbar sein wird, ihre wissenschaftliche Ergebnisse der Praxis zuzuführen und sie umzusetzen. Als einzusetzende Instrumente wurden gemeinsame Informationssysteme, ökologische Netzwerke, praxisgerechte und PC-gestützte ökosystemare Modelle, intensiver Austausch von Wissenschaftlern und Literatur zwischen Verwaltung und Wissenschaft vorgeschlagen. Die Studie forderte neben den bereits aufgeführten Beispielen über weitere und intensivere Schritte einer Kooperation nachzudenken. Als Beispiel wurde eine Art von „Übersetzerinstanz“, quasi eine Schaffung einer Art Schnittstelle Wissenschaft-Verwaltung gefordert (Hinrichs 1994).

Aus den Erfahrungen der Berchtesgadener Ökosystemforschung, den Anforderungen an eine „angewandte regionalisierte Ökosystemforschung“ und den daraus resultierenden Voraussetzungen wurden viele der in dieser Studie vorgeschlagenen Kooperationsschritte, Kommunikationsebenen und Instrumentarien in den Konzeptionen der Ökosystemforschung Wattenmeer bereits berücksichtigt und erfolgreich in der Durchführung des Vorhabens eingesetzt (siehe Kap. 3.1).

In einem Projekt im Rahmen des Schwerpunktprogramms Umwelt (SPPU) des schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung wurde versucht, von Wissenschaft und Praxis eine gemeinsame Forschung zu etablieren. Der breite Forschungsansatz, an dem neben Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften auch Geistes- und Sozialwissenschaften beteiligt waren, sollte eine starke Anwendungsorientierung gewährleisten (Roux 1997). Nach Ablauf der ersten Programmphase 1992-1995 erntete das Programm für den breiten Forschungsansatz und die erzielten wissenschaftlichen Resultate viel Lob, aber auch Kritik. Insbesondere blieben die erarbeiteten Resultate hinter den Erwartungen der Praxis nach Anwendungsorientierung zurück. Als Ursache wurde eine ungenügende Zusammenarbeit der Umweltforschung mit Umweltorganisationen, Politik und Verwaltung angesehen sowie die fehlende Ausrichtung des Programms auf die Erfordernisse einer nachhaltigen Entwicklung, die neben ökologischen auch gesellschaftliche und ökonomische Aspekte beinhalten sollte. Diese Kritiken und Anforderungen sollten in der zweiten Programmphase 1996-1999 berücksichtigt werden. Probleme wurden allerdings in der Abfolge bestimmter methodischer Schritte zur transdisziplinären Forschung gesehen, die sich in der heutigen Hochschulforschungslandschaft schwer realisieren lassen. Insbesondere wurde die Vorbereitungsphase als Problem angesprochen. In dieser Phase sollten die Problemformulierungen mit der Praxis gefunden werden. Sonst würden sich hinterher die bekannten Umsetzungsprobleme einstellen, die kaum mehr zu lösen sind. An Beachtung sollte das Projektmanagement gewinnen, das für das Erreichen der Projektziele als unerlässlich erachtet wurde. Zu viele Kommunikations- und Kooperationsprozesse zwischen Wissenschaft und Praxis sollten nicht allein Selbstorganisationsprozessen überlassen werden (Roux 1997).

Dieses Beispiel zeigt, dass auch eine möglichst frühzeitige Beteiligung oder Einbindung der Anwender und Nutzer noch kein Garant für die Erreichung eines Sondernutzens ist. Alle o.a. Vorhaben sahen vor allem Probleme in der Umsetzung der erzielten Erkenntnisse aus dem Forschungsbereich in den Bereich der Praxis, der Umweltplanung und des Vollzuges. Hier scheint auch unseres Erachtens eines der wesentlichen Problemfelder zwischen Forschung und Praxis zu liegen. Diese Umsetzungsprobleme traten in der Ökosystemforschung Wattenmeer nur an wenigen Stellen in Erscheinung. In der Regel konnten diese durch die „Vermittlerrolle“ der Steuergruppe erfolgreich gelöst werden. Einer der entscheidenden Faktoren für die erfolgreiche und kontinuierliche Umsetzung von Forschungsergebnissen, auch bereits in den laufenden Teilvorhaben und später in den (Teil)Synthesen der Ökosystemforschung Wattenmeer, ist u.E. in der Ansiedlung und Integration der Steuergruppen in den Nationalparkbehörden zu sehen (Roy et al. 1998, Reise 1997, Kellermann et al. 1996). Fränze und Daschkeit (1997) bezeichnen diese Art der Schnittstelle als Kennzeichen einer „hybrid community“, die an der Nahtstelle zwischen Forschung, Verwaltung und Politik angesiedelt ist. In dieser Beziehung hat die Ökosystemforschung Wattenmeer für deutsche Verhältnisse Neuland beschritten. Bisher hatte kein anderes Projekt in Deutschland versucht, die Forschungskordinierung in einer ausführenden, vollziehenden Behörde anzusiedeln.

Für die vielen, bereits jetzt erfolgreich umgesetzten Erkenntnisse aus der Ökosystemforschung Wattenmeer ist allerdings ein weiterer Faktor ausschlaggebend. Beide Nationalparkbehörden, in denen die Steuergruppen eingebunden waren, sind für ihre Gebiete als „Untere Naturschutzbehörde“ für die Ausführung und den Vollzug in Umwelt und Naturschutz verantwortlich. Sie sind also, wie in Abbildung 8.1 dargestellt, ausführendes Organ im Verwaltungsvollzug. Gleichzeitig sind sie aber als „Obere Naturschutzbehörde“, damit als Umweltfachbehörden, zuständig für Informationsaufbereitung für die vollziehenden Behörden und für die übergeordnete Verwaltungsebene für Bewertung in Umwelt und Naturschutzfragen und Beratung ihrer „Obersten Naturschutzbehörden“, den Ministerien, zuständig. Dieser Dualismus hat u.E. ebenfalls zum erfolgreichen Gelingen beigetragen. Dadurch war es einerseits möglich, Anforderungen aus der eingangs geschilderten Sicht einer Umweltfachbehörde zu stellen und andererseits die Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Ökosystemforschung Wattenmeer aufzunehmen, sie aufzubereiten und sie durch die vollziehende Behörde in den Umsetzungsprozess einzubringen.

Die Frage, ob die Ökosystemforschung Wattenmeer eine erfolgreiche und zielführende Methode im Hinblick auf die Anwendung und Umsetzung der erzielten Erkenntnisse (Sondernutzen) für Umweltverwaltungen und Umweltpolitik ist, lässt sich aus der derzeitigen Sicht des Vorhabens bejahen. Eine endgültige Evaluation dieses Vorhabens und damit die Klärung dieser Frage wird erst in den nächsten 3-5 Jahren machbar sein. Dann wird aus der Sicht von Umweltverwaltungen und Umweltpolitik zu entscheiden sein, ob eine weitere angewandte regionalisierte Ökosystemforschung nach dem Vorbild der Ökosystemforschung Wattenmeer initiiert werden soll.

8.5 Synthese

Eine Synthese am Ende eines interdisziplinären Verbundvorhabens wird von mehreren Autoren als integraler und unverzichtbarer Bestandteil von Verbundvorhaben betrachtet (Daschkeit 1998b, Fränzle & Daschkeit 1997, Kerner et al. 1991, Ellenberg et al. 1986, 1978). Bereits aus anderen ökosystemaren Forschungsprojekten ist die Notwendigkeit einer abschließenden Synthesephase bekannt. Zu erwähnen sind hier z. B. das Solling-Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Untersuchung eines naturnahen Buchenwald-ökosystems (Ellenberg et al. 1986), das MAB-Projekt „Ökosystemforschung Berchtesgaden“ (siehe Kap. 2.5, Kerner et al. 1991) und im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (Hantschel et al. 1997). Bisher sind aber wenige Erfahrungen sowohl zur generellen Durchführung als auch speziell zu einer Synthese interdisziplinärer Verbundprojekte publiziert (Daschkeit & Schuchardt 1999, Kerner et al. 1991, Ellenberg et al. 1986). Auch in der Ökosystemforschung Wattenmeer war es Konsens, dass eine Synthese der erhobenen Daten und Ergebnisse in einem interdisziplinären Verbundvorhaben eine wesentliche Voraussetzung für dessen Gesamterfolg ist (siehe Kap. 8.3). Eine Synthese begegnet der Gefahr, dass die gewonnenen Daten und Ergebnisse großer interdisziplinärer Verbundvorhaben lose nebeneinander vorliegen oder im Extremfall beziehungslos zueinander stehen bleiben. Insbesondere soll eine Synthese ermöglichen, übergeordnete Zusammenhänge zwischen den einzeln untersuchten Systemelementen zu erkennen. Eine Ergebnisintegration im Rahmen einer Synthese ermöglicht auch die Überprüfung von Modellvorstellungen und die Integration der verschiedenen sektoralen Empfehlungen der beteiligten Fachdisziplinen in ein umfassendes Konzept. Denn neben der Analyse, d.h. der Erforschung immer feinerer Details, erhält die Forschung durch die Synthese eine neue Dimension (Fränzle 1998b). Dies ist die Grundlage für die Umsetzung der Ergebnisse in Umweltplanung, Schutz und Management (siehe Kap. 8.4).

Es besteht eine hohe Erwartung an „Synthesen“ interdisziplinärer Verbundvorhaben, vor allem bezüglich der Umsetzbarkeit der Ergebnisse. Eine Synthese ist die Voraussetzung, um die an die Umweltforschung herangetragene Forderung, ihre Erkenntnisse zu synthetisieren und damit einer Anwendung, wie Raumplanung oder umweltpolitischer Beratung, zugänglich zu machen (Kap. 8.4). Dies beruht auf der Erkenntnis, dass immer deutlicher wird, dass nur fachübergreifende Problemanalysen mit entsprechender Datenintegration (Synthese) angemessene Problemlösungen im Umweltbereich ermöglichen (Fränzle & Daschkeit 1997). Da es sich dabei um relativ neue Entwicklungen handelt, gibt es noch wenige Beispiele von Erfahrungsberichten aus interdisziplinären Verbundvorhaben, auf die zurückgegriffen und angeknüpft werden kann. Die vorliegende Gesamtsynthese ist ein weiterer Beitrag.

Da sich eine Synthese aber nicht am Ende eines Vorhabens automatisch ergeben wird, muss sie von Anfang an in der Konzeption eines Vorhabens berücksichtigt werden. Auch in den Konzeptionen des Vorhabens Ökosystemforschung Wattenmeer war eine Synthese der jeweiligen Teilvorhaben geplant (ARSU 1989, Leuschner 1989). Wie aber eine Synthese konkret zu organisieren und zu strukturieren ist, blieb zunächst weitgehend unklar. Dies lag nicht zuletzt auch an der Förderung durch unterschiedliche Mittelgeber und den zeitversetzten Laufzeiten der vier Teile des Vorhabens (siehe Kap. 4). Eine übergreifende Synthese

aller vier Teile wurde während der Durchführung der Ökosystemforschung Wattenmeer in Betracht gezogen. Dieser Gedanke musste erst im Verlauf der Ökosystemforschung Wattenmeer weiter reifen, bevor gegen Ende des Gesamtvorhabens eine abschließende Gesamtsynthese als wichtig erachtet und durchgeführt werden konnte.

Im folgenden werden die verschiedenen Syntheseschritte (Teilsynthesen und Gesamtsynthese) innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer retrospektiv betrachtet. Für die Ökosystemforschung Wattenmeer existiert kein Kriterienkatalog, der zu einer retrospektiven Betrachtung heran gezogen werden kann. Durch das Fehlen klar definierter Kriterien hinsichtlich Qualität oder Quantität der Ergebnisse in einem interdisziplinären Verbundvorhaben und nicht zuletzt wegen fehlender geeigneter Wissenschaftsindikatoren (siehe Kap. 8.9), werden die Syntheseschritte in allgemeiner Form betrachtet (siehe Kap. 8.1 und 8.9). Die Basis dafür sind die im Kapitel 5 aufgeführten Interviews, Auskünfte der an den Teilsynthesen beteiligten Wissenschaftler sowie Einschätzungen der Gesamtsynthesegruppe. In der hier vorgelegten Betrachtung nimmt die Gesamtsynthese aufgrund der von den beteiligten Autoren gewonnenen Erfahrungen im Verlauf der Arbeiten zur Gesamtsynthese einen etwas breiteren Raum ein.

Die Erfahrungen in der Ökosystemforschung Wattenmeer zeigten, dass ein Einstieg in eine Synthese bereits innerhalb der Teilprojekte erfolgen kann. Beiträge der Teilprojekte zu ersten Syntheseschritten waren die Beantwortung der Leitfragen (siehe Kap. 4) und teilprojektübergreifende Berichte, mit denen abgegrenzte Themenkomplex abgehandelt wurden, wie z. B. das Salzwiesenmanagement in Schleswig-Holstein. Aufgrund der durch die Laufzeit bedingten Begrenzung und ihrer primär fachspezifischen Aufgabenstellung waren diese Beiträge allerdings als erste Schritte zu sehen. Die weiteren Schritte wurden in den Teilsynthesen und einer abschließenden Gesamtsynthese durchgeführt.

Teilsynthesen

Eine übergreifende Synthese der grundlagenorientierten und angewandten Teilprojekte hat in den Ländern Schleswig-Holstein und Niedersachsen nicht stattgefunden, wäre aber wünschenswert gewesen. Statt dessen blieb es zunächst bei den separaten Teilsynthesen der einzelnen Teile des Vorhabens. Grund dafür ist, dass mit der Aufteilung der Ökosystemforschung Wattenmeer unterschiedliche versetzte Laufzeiten resultierten, die zudem von verschiedenen Mittelgebern finanziert wurden. Dadurch bedingt wurde eine inhaltliche Abstimmung und Ergebnisverwertung der grundlagenorientierten Teile für die früher endenden angewandten Teile deutlich erschwert. Zwar gab es ein punktuelles Zusammenarbeiten einzelner Teilprojekte, z.B. aus der Fischereibiologie, der Ornithologie und im Bereich des Benthos, aber eine eng verknüpfte Kooperation zwischen angewandter und grundlagenorientierter Forschung gab es weder in Schleswig-Holstein noch in Niedersachsen.

Trotz des zeitlichen Versatzes der Projektbereiche, der unterschiedlichen thematischen Ausrichtung, unterschiedlicher räumlicher Untersuchungsgebiete sind innerhalb der Teilsynthesen viele neue Erkenntnisse gewonnen worden. Hilfreich bei den Teilsynthesen waren die Leitfragen (siehe Kap. 4). Erste mögliche Leitfragen zur Synthese sind auf einem Workshop 1993 von den beiden Teilvorhaben gemeinsam diskutiert worden. In der Folge entstanden

spezifische Leitfragen in den angewandten Teilen, die jeweils auf die besonderen regionalen Belange der schleswig-holsteinischen und niedersächsischen Wattenmeerregion zugeschnitten wurden (siehe Kap. 4).

Die vier Teilsynthesen erbrachten aufgrund ihrer spezifischen Bedingungen (s. o.) einen unterschiedlichen Grad der Ergebnisintegration. Eine direkte vergleichende Bewertung der vier separaten Teilsynthesen ist wegen zu unterschiedlicher Fragestellungen sowie verschiedener Laufzeiten und personeller Voraussetzungen nicht angezeigt. Hinzu kommt - wie unter Kap. 8.9 ausgeführt wird - dass es z. Zt. keinen allgemeingültigen Kriterienkatalog zur Bewertung interdisziplinärer Verbundvorhaben gibt.

Warum war der Zwischenschritt der „Teilsynthesen“ notwendig und sinnvoll? Die Notwendigkeit ergab sich daraus, in einem so umfangreichen Vorhaben wie der Ökosystemforschung Wattenmeer zu einem frühen Zeitpunkt Zwischenbilanzen bereitzustellen. Außerdem war während ihrer Erstellung noch nicht abzusehen, dass eine Gesamtsynthese nachgeschaltet werden würde. Die Ergebnisse der durchgeführten Teilsynthesen der Ökosystemforschung Wattenmeer sind weit mehr als Zwischenbilanzen. Die Teilsynthesen haben einen erheblichen Zusatzgewinn zu den vorgelegten Untersuchungsergebnissen der einzelnen Teile erbracht und sind abgeschlossene eigenständige Berichte (zu inhaltlichen Details siehe Dittmann et al. 1998, Gätje & Reise 1998, Stock et al. 1996).

Die Einschätzungen zum Verlauf der Durchführung der Teilsynthesen wird hier beispielhaft für den angewandten Teil in Schleswig-Holstein (Stock, pers. Mitteilung) und den grundlagenorientierten Teil in Niedersachsen (Dittmann et al. 1998) diskutiert.

Ein entscheidender Faktor für die erfolgreiche Arbeit in der Teilsynthese des angewandten Teils in Schleswig-Holstein war die Ansiedlung der Teilsynthesegruppe im Nationalparkamt und die Integration der Mitarbeiter in diese Behörde. Dies wurde von den Mitarbeitern als positiv bewertet. Eine solche Eingliederung hatte den Vorteil, dass Fragen und Anforderungen der Verwaltung von den Synthesemitarbeitern durch eigene Anschauung besser verstanden wurden, andererseits Antworten und Vorschläge aus der Ökosystemforschung Wattenmeer direkt vermittelt und diskutiert werden konnten. Auf diese Weise erhielten die Synthesemitarbeiter Einblicke in Abläufe und Entscheidungen des Nationalparkamts (siehe Kap. 5). Diese Umstände erleichterten die Einschätzung dessen, was aus den vorliegenden Ergebnissen der Ökosystemforschung Wattenmeer in politisches Handeln umsetzbar ist. Weiterhin wurde als positiv angesehen, dass einige Teilprojektleiter an der Teilsynthese beteiligt waren, und so ihre detaillierten Kenntnisse aus den Teilprojekten in den Prozess der Synthese einbringen konnten.

Es galt, die äußerst umfangreichen Detailergebnisse zu sichten, zu bearbeiten, zu aggregieren und für den Synthesebericht aufzubereiten. Als erschwerend wurde die enorme Arbeitsbelastung und Erwartungshaltung des politischen Umfeldes während der Erstellung des Syntheseberichtes angesehen.

Als aufwendig wurde im Nachhinein das Verfahren empfunden, dass sämtliche Beiträge des Syntheseberichtes mit den Namen eines Autorenkollektives versehen wurden, um sie gemeinschaftlich veröffentlichen zu können. Dies hatte zur Folge, dass ein sehr hohes Maß

an Abstimmungsarbeit notwendig wurde, bevor man sich letztlich auf eine gemeinsame Linie einigte. Die Erarbeitung des Syntheseberichtes mündete in den Entwurf eines Nationalparkplanes, was letztlich einen wesentlich höheren Koordinations- und Abstimmungsaufwand bedeutete als die Erstellung eines vergleichbaren „nur“ wissenschaftlichen Syntheseberichts. Als eine Empfehlung aus der angewandten Teilsynthese in Schleswig-Holstein für zukünftige Projekte wurde genannt, die Koordination der Veröffentlichung der Textbeiträge einem Herausgeber (Autor oder kleine Autorengruppe) zu übertragen. Dieser sollte zwar die Strukturen für die Bearbeitung vorgeben und als Gesamtverantwortlicher fungieren, letztlich aber ein Autorenwerk zusammenstellen, bei dem die einzelnen Autoren für ihre Beiträge die inhaltliche Verantwortung übernehmen.

Für die Teilsynthese des grundlagenorientierten Teils ELAWAT in Niedersachsen wurde ebenfalls eine eigenständige Synthesegruppe eingerichtet. Retrospektiv wird es von dieser Gruppe als sehr förderlich angesehen, dass in ihren Reihen wie schon in den vorangegangenen Projektphasen Wissenschaftler verschiedener fachlicher Disziplinen vertreten waren (Dittmann et al. 1998). Die personelle Ausstattung mit acht Mitarbeitern wurde als notwendig angesehen, um die Teilsynthese durchführen zu können. Weiter wurde es als vorteilhaft angesehen, dass sich die Mitarbeiter ausschließlich der Synthesearbeit widmen konnten, gemeinsam in einer Institution ansässig waren und keine anderen Arbeitsaufträge hatten.

Als nachteilig erwies sich der Zeitrahmen. Die zur Verfügung stehenden neun Monate für diese Teilsynthese erwies sich als zu kurz, da einige Teilprojektberichte verspätet abgegeben wurden. Zu Beginn der Teilsynthese sahen sich die Mitarbeiter mit der Tatsache konfrontiert, dass von den Teilprojekten eine gemeinsame Auswertung noch nicht durchgeführt worden war. Das halbe Jahr, dass den Teilprojekten für eine Auswertung zur Verfügung gestanden hatte, erwies sich als zu kurz, um neben dem Verfassen von Abschlußberichten eine Verbindung zwischen den Teilprojekten herzustellen. Von der Teilsynthesegruppe waren weiterhin zu bestimmten Fragen noch Datenanalysen zu leisten, die durch eine verspätete bzw. ausgebliebene Abgabe vieler Daten aus den Teilprojekten erschwert wurde. Manche Auswertungen waren auch während der Teilsynthesephase nicht vollständig möglich. Durch die nachgeschalteten Datenanalysen, fehlte Zeit für eine an einigen Stellen weitergehende kritische Bewertung der Ergebnisse.

Gesamtsynthese

Wegen der sehr umfangreichen Datenfülle und den verschiedenen Aufgabenstellungen in den einzelnen Teilvorhaben konnte eine Synthese nur etappenweise erfolgen. Aufbauend auf den vier Teilsynthesen wurde in der Ökosystemforschung Wattenmeer eine Gesamtsynthese nachgeschaltet. Ohne die in sich abgeschlossenen Teilsynthesen wären die Mitarbeiter der Gesamtsynthesegruppe mit einer zu umfangreichen Datenfülle konfrontiert gewesen.

Die Konzeption einer „umfassenden Gesamtsynthese“ in der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde daher in der ursprünglichen Form nicht berücksichtigt. Allerdings sollte eine Synthese als integraler und methodisch wichtiger Bestandteil interdisziplinärer Verbundvorhaben schon bei der Antragstellung mit in den Ablauf eines Vorhabens einbezogen werden.

Wird dies nicht entsprechend berücksichtigt, besteht die Gefahr, dass eine Synthese völlig unterbleibt oder erst wesentlich später durchgeführt wird, wie beim Solling-Projekt, wo es erst 13 Jahre nach Abschluss des Projektes gelang, eine Synthese durchzuführen. Ellenberg et al. (1986) führen dies neben „methodologischen Diskrepanzen“ auf eine mangelnde zeitliche und personelle Vorsorge für eine abschließende Synthese zurück. Inzwischen gibt es aber auch andere Beispiele, in denen eine Synthese als Bestandteil eines Verbundvorhabens bereits in der Planung berücksichtigt worden ist: Der Forschungsverbund Agrarökosysteme München befindet sich zur Zeit in einer vierjährigen Integrations- und Monitoringphase, an die sich eine zweijährige Synthesephase anschließen wird (Hantschel et al. 1997).

Die Gesamtsynthese war ein wichtiger methodischer Verfahrensschritt innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer. In diesem abschließenden Schritt wurden ausgewählte Schwerpunkte der Ergebnisse aus verschiedenen Teilen der Ökosystemforschung noch einmal unter wissenschaftlichen, methodischen und umweltpolitischen Aspekten zusammengeführt, bewertet und zu Vorschlägen und Konzepten zusammengefasst. Durch die Auswahl bestimmter Schwerpunkte konnte die Gesamtsynthese neben der Daten- und Ergebnisintegration zur Beantwortung übergeordneter Fragestellungen beitragen.

Von zentraler Bedeutung in interdisziplinären Verbundvorhaben ist, dass eine Synthese keineswegs ein Prozess ist, der sich spontan ergibt, selbst wenn im Idealfall alle Voraussetzungen erfüllt und die Bedingungen optimal sind. Gegenüber der reinen „klassischen“ Grundlagenforschung ist bei interdisziplinären Verbundvorhaben ein hohes Maß an Organisation angemessen. Je mehr Aufwand in die Konzeption und Planung der Durchführung investiert wird, um so reibungsloser wird das Verbundvorhaben ablaufen, wovon nicht zuletzt die Synthesephase profitiert. Entscheidend ist, dass der Prozess der Synthese aktiv und ständig unterstützt werden muss, also wie interdisziplinäre Forschung insgesamt, ständig unterstützt werden muss (Fränzle & Daschkeit 1997). Diese Erkenntnis wurde beispielsweise im SPPU berücksichtigt, da man dort großen Wert auf sogenannte „Synthesespinalen“ legt, d.h. (Zwischen)-Bilanzierungen der Projektverläufe (siehe Fränzle & Daschkeit 1997).

Im Berchtesgadener Ökosystemforschungsvorhaben wurde Synthese als „roter Faden“ verstanden, der bereits mit der Planung als kontinuierliches integrierendes Instrument zum Einsatz kommt. Kerner et al. (1991) weisen explizit darauf hin, dass eine „abschließende Synthesephase“, auf die nicht schon ab Vorhabensbeginn hingearbeitet wird, vorwiegend Lücken und Defizite aufzeigen wird, die in dieser Projektphase nicht mehr geschlossen werden können und mehr „künstliche Antworten herstellt, als methodische und fachliche Teile zu einem höheren Ganzen zusammenfügt“ (Kerner et al. 1991).

Wird eine bereits in der Planung und Anlaufphase eines Verbundvorhabens begonnene Ausrichtung der Teilprojekte auf die Synthese im Verlauf der Untersuchungen und Auswertungen kontinuierlich und konsequent in Form einer iterativen Vorgehensweise fortgesetzt, entfällt nach Meinung von Kerner et al. (1991) dadurch die klassische Gliederung in Projektphasen, eine abschließende Synthesephase erübrigt sich. So bestand die Synthesephase der Ökosystemforschung Berchtesgaden einerseits aus einer „Programmsynthese“, die das

methodische Vorgehen analysierte. Die Projektsynthese andererseits bestand aus einem „Schlussbericht über die Arbeiten der Fachdisziplinen“ (Haber et al. 1990) einschließlich der „Integration der von ihnen erhobenen Daten in das Projektinformationssystem“, die direkt im Anschluss an die Hauptphase vorgelegt werden konnten. Möglich wurde dies im Berchtesgadener Vorhaben u.a. dadurch, dass von intensiv bearbeiteten Testgebieten auf das gesamte Gebiet mit Hilfe des GIS extrapoliert werden konnte, da das ganze Vorhaben extrem auf den Einsatz des GIS orientiert war und weil keine Auftrennung in grundlagenorientierte und angewandte Forschung erfolgt war.

Die von Kerner et al. (19991) beschriebene kontinuierliche Synthese, die eine eigenständige Synthesephase am Ende eines Verbundvorhabens überflüssig machen soll, ist ein wichtiges Instrument bei der Koordinierung eines Verbundvorhabens. Die Erfahrungen der Ökosystemforschung Wattenmeer zeigten jedoch, dass bei großen Vorhaben die umfangreichen Ergebnisse durch eine stufenweise Integration, in Form von Teilsynthesen besser zu bewältigen sind.

In der Gesamtsynthese der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden zur Orientierung für die Bearbeiter zu Beginn der Gesamtsynthese Hypothesen aufgestellt. Diese Hypothesen basierten einerseits auf den Zielen, die im Antrag zur Gesamtsynthese formuliert waren. Andererseits leiteten sie sich ab aus den ursprünglich in der Konzeption der Ökosystemforschung Wattenmeer aufgestellten Thesen zum Verständnis des Lebensraumes Wattenmeer (Leuschner 1989 für das schleswig-holsteinische Vorhaben), erweitert um die Thesen aus dem niedersächsischen Vorhaben (ARSU 1989) sowie der in den grundlagenorientierten Teilen SWAP und ELAWAT aufgestellten Thesen. Aus diesen Vorgaben wurden von der Gesamtsynthesegruppe 13 Hypothesen gebildet, die zunächst als Arbeitsgrundlage dienten. Eine überwiegende Orientierung der Synthesearbeiten an diesen Hypothesen erwies sich im weiteren Verlauf der Gesamtsynthese aber als wenig praktikabel. Dies war u.a. auf die Datenlage innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer zurückzuführen, da nicht zu allen Fragestellungen Ergebnisse vorlagen. Außerdem war eine Übertragbarkeit der Ergebnisse zwischen den angewandten Teilen durch regionale Besonderheiten in einigen Fällen nur eingeschränkt möglich (siehe Kap. Tourismus in: Farke & Liebezeit 1999). Darüber hinaus waren nicht sämtliche Teilprojekte auf die zentralen Fragen der Konzeptionen ausgerichtet. Diese Umstände unterstreichen die von Kerner et al. (1991) erhobene Forderung aus den Erfahrungen der Ökosystemforschung Berchtesgaden, dass eine Synthesefähigkeit der Untersuchungen bereits von Anfang an eingeplant und berücksichtigt werden sollte. Im Verlauf der Gesamtsynthese konzentrierten sich daher die drei beteiligten Gesamtsynthesegruppen auf ausgewählte Themenschwerpunkte (siehe Kap. 4).

Aus den Erfahrungen der Gesamtsynthese lassen sich einige Erfahrungen für die Organisation zukünftiger Synthesen in Verbundvorhaben festhalten. Wie für die Durchführung eines Verbundvorhabens allgemein, so gilt auch für die Syntheseschritte: Wenn aufgrund von Planungsdefiziten - aus welchen Gründen auch immer - verschiedene synthesesrelevante Vorarbeiten und Aufbereitungen von Ergebnissen vor Beginn der eigentlichen Synthese nicht durchgeführt werden können, mag dies zwar im Nachhinein zu einem gewissen Grad durch einen zusätzlichen Arbeitseinsatz der Synthesegruppe ausgeglichen werden können.

Wie die Erfahrungen aus der Ökosystemforschung Wattenmeer zeigen, ist dies aber in der Regel mit einem erheblichen zeitlichen Zusatzaufwand verbunden. Als Konsequenz steht dann zwangsweise für die eigentliche Synthesearbeit weniger Zeit zur Verfügung.

Des weiteren sollte die Synthesegruppe aus Personen bestehen, die ihre Arbeiten in den Teilprojekten oder anderweitige vorherige Tätigkeiten (z. B. Examensarbeiten zur weiteren eigenen wissenschaftlichen Qualifikation) abgeschlossen haben. Dies ist eine Empfehlung, die bereits von Kerner et al. (1991) ausgesprochen wurde. In der Praxis kann dem entgegen stehen, dass einige Mitglieder von Synthesegruppen aus den Teilprojekten kommen und noch mit Arbeiten zum Abschluss dieser Projekte beschäftigt sind.

Die interdisziplinäre Umweltforschung, und daher auch die Synthesearbeit, ist sehr stark als Teamarbeit ausgerichtet. Dennoch sollte für die Synthesegruppe ein Gesamtverantwortlicher berufen werden - ähnlich dem gesamtverantwortlichen Projektsprecher des Vorhabens (siehe Kap. 9.2). In diesem Zusammenhang sollte man sich darüber im Klaren sein, dass dies, wie schon von Kerner et al. (1991) für die Synthese der Ökosystemforschung Berchtesgaden beschrieben, eine außerordentlich heikle Rolle ist. Denn von dieser Person wird vorausgesetzt, dass sie die organisatorischen und inhaltlichen Abstimmung und Durchführung der Arbeiten nicht nur begleitet, sondern auch lenkt. Dies kann zu einem Spannungsfeld führen. Aus der Sicht des Vorhabens muss gewährleistet sein, dass das Synthesekonzept umgesetzt wird. Aus der Sicht der Mitarbeiter wäre es wünschenswert, wenn der Gesamtverantwortliche eine Atmosphäre kreativer Kooperationen schaffen könnte, ohne hierarchischen Druck auszuüben.

Für die Gesamtsynthese war es hilfreich, den Bearbeitungsstand externen Beratern auf zwei Fachgesprächen zu präsentieren. Die Beiträge profitierten durch Diskussion, Ergänzungen und Hinweise der aus den unterschiedlichen Fachrichtungen stammenden externen Wissenschaftlern.

Als Fazit lässt sich feststellen: In einem interdisziplinären Verbundvorhaben ist es nicht nur notwendig, den Ablauf der Syntheseschritte im Verlauf der Arbeiten zu strukturieren. Wenn man sich über die Wichtigkeit einer Synthese einig ist, dann ist es vorteilhaft, eine Synthese entsprechend diesem Stellenwert von Beginn des Vorhabens in den Mittelpunkt zu stellen und sie als „mitlaufende Synthese“ zu organisieren. Aus den Erfahrungen der Fallstudie Sylt des BMBF-Vorhabens „Klimaänderung und Küste“ (Daschkeit, pers. Mitteilung) ist eine Verknüpfung von inhaltlicher Integration (Synthese) und organisatorischer Koordination notwendig. In der Fallstudie Sylt wird dies umgesetzt, indem ein GIS inklusive einer strikt geregelten Metadatenerfassung mit der interdisziplinären Arbeit verknüpft wird. Diese Vorgehensweise erweist sich bisher als ein sinnvolles Instrument der interdisziplinären Kommunikation und Kooperation. Mit dieser Einrichtung lassen sich verschiedene Aspekte identifizieren, an denen fachspezifische Untersuchungen ansetzen oder weitergeführt werden.

Wenn es aus den verschiedensten Gründen nicht dazu kommt, eine „kontinuierliche“ Synthese in einem interdisziplinären Verbundvorhaben wie der Ökosystemforschung Wattenmeer einzurichten, empfiehlt sich sinnvollerweise ein vorgeplanter Ablauf von unterschiedli-

chen Syntheseschritten. Auf diese Weise ließe sich eine Überfrachtung einer abschließenden Synthesephase mit Daten verhindern.

8.6 Bedeutung des Projektmanagements

Wie bereits in der Einführung zu Kapitel 8 dargelegt ist und auch in den durchgeführten Befragungen (Kap. 5.2.3) deutlich wurde, erfordert eine in Verbundvorhaben organisierte interdisziplinäre Zusammenarbeit einen hohen Koordinierungsaufwand. Fränzle & Daschkeit (1997) postulieren in ihrer Studie zur „Generierung interdisziplinären Wissens in der deutschen Umweltforschung“, dass interdisziplinäre Zusammenarbeit in erster Linie ein Managementproblem sei. Anhand ihrer anschließenden Betrachtungen relativieren sie jedoch diese Aussage. Sie halten den Einfluss der Organisation auf interdisziplinäre Forschung zwar für groß und häufig unterschätzt, fanden jedoch bedeutendere Einflüsse, wie z.B. Defizite in der konzeptionellen und theoriebezogenen Vorgehensweise (MAB-Programm), unterschiedliche Wissenschaftskulturen der Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften, unrealistische Erwartungen an die anderen Disziplinen und ein fehlender interdisziplinärer Forschungsgegenstand (Forschungsprogramm „Klimaänderung und Küste“, Graduiertenkolleg „Integrative Umweltbewertung“). Daschkeit (1998b) betont, dass interdisziplinäre Zusammenarbeit kein Prozess der Selbstorganisation ist, sondern ein bewusstes Gestalten erfordert. Auch Roux (1997) hebt für das SPPU Schweiz die Bedeutung eines gut funktionierenden Projektmanagements hervor.

In den vorangegangenen Kapiteln 8.1-8.4 wurde die Leistungsfähigkeit der Ökosystemforschung Wattenmeer als Methode der Umweltforschung dargelegt. Dabei klang bereits die wichtige Rolle des Projektmanagements für den erfolgreichen Verlauf der Ökosystemforschung Wattenmeer an. Die Art der Projektorganisation entscheidet mit darüber, ob interdisziplinäres Arbeiten, gemeinsame Modellierungsansätze sowie eine Synthese (siehe Kap. 8.5) erfolgreich sind. Sie beeinflusst somit auch den Umfang des im Vorhaben erzielten Sondernutzens. Im folgenden wird die Rolle des Projektmanagements in der Ökosystemforschung Wattenmeer analysiert und bewertet.

8.6.1 Projektplanung

Die Konzeption der Ökosystemforschung Wattenmeer ist in zwei Studien niedergelegt (siehe Kap 3). Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Erstellung der beiden Konzeptionen war zunächst ein Top-down-Ansatz. Anhand von umweltbezogenen Problemfeldern und den Schutz- und Managementaufgaben der schleswig-holsteinischen Nationalparkbehörde wurde zunächst von Leuschner (1989) ein am Forschungsbedarf orientiertes Konzept entwickelt. Die niedersächsische Konzeption baute hierauf auf (siehe Kap. 3). Beide Konzeptionen wurden ausführlich mit Vertretern von zahlreichen Landesbehörden und in der Wattenmeerforschung tätigen Wissenschaftlern diskutiert. In der niedersächsischen Konzeption wurden für die Vorphase des angewandten Teils bereits benannt, welche Institute die einzelnen Aufgaben übernehmen sollten. Die Auswahl der Teilprojekte für die Hauptphase der angewandten Teile war dann relativ stark von aktuellen politischen Anforderungen, dem Forschungspotential der in der Region vorhandenen Institute und den bereitgestellten För-

dermitteln geprägt. Dies führte dazu, dass letztlich nicht alle Teilprojekte streng auf die zentralen Fragen ausgerichtet waren und somit auch die Synthese gewissen Einschränkungen unterlag (siehe Kap. 8.5).

Auch in der Ökosystemforschung Berchtesgaden hat sich ein Top-down-Ansatz mit einer Steuergruppe als zentraler Koordinierungsinstanz bewährt. Sie hat den Teilprojekten die Festlegung der Arbeitsziele, den Datenkatalog und den Orts- und Zeitbezug vorgegeben. Außerdem wurden mit den Wissenschaftlern Verträge über zu bearbeitende Variablen, Methoden- und Datendokumentationen, Teilnahme an gemeinsamen Veranstaltungen, Zeitpläne etc. abgeschlossen (Kerner et al. 1991). Ellenberg et al. (1986) empfehlen für die Auswahl der Teilprojekte aufgrund ihrer positiven Erfahrungen im Solling-Projekt eine Kombination aus Forschungsorientierung (Top-down-Ansatz) und persönlichem Auswahlprinzip (Bottom-up). Im Solling-Projekt bildeten wenige Wissenschaftler deren Arbeitsrichtung in das IBP passten und von denen bekannt war, dass sie zu enger Zusammenarbeit bereit sein würden, die wissenschaftliche Basis des Vorhabens. Dieser Kreis wurde dann durch die Aufnahme zusätzlicher Kollegen und die Einstellung von Doktoranden erweitert. Mit dem offiziellen Weg über Aufrufe an Institute zur Mitarbeit hatten Ellenberg et al. (1986) dagegen in einem anderen Projekt Schwierigkeiten bei der späteren interdisziplinären Zusammenarbeit erlebt.

Anhand der beiden Konzeptionen und insbesondere der relativ unverbindlichen Absprachen zur Zusammenarbeit wurde bereits deutlich, dass der Ansatz des Umweltbundesamtes, die Ökosystemforschung Wattenmeer als ein Gesamtvorhaben und somit die Aktivitäten in den beiden Bundesländern in engster Abstimmung durchzuführen, nur schwer zu realisieren sein würde. Diese Tendenz wurde durch die Förderung des Vorhabens als vier administrativ eigenständige Teile (siehe Kap. 4) und die Trennung von grundlagenorientierter und angewandter Forschung verstärkt. Leuschner (1989) hatte den schleswig-holsteinischen angewandten Teil als strukturelle Ökosystemforschung mit dem Natur-Mensch-System als Untersuchungsgegenstand und den grundlagenorientierten Teil als funktionale Ökosystemforschung mit den marinen und semiterrestrischen Ökosystemen als Untersuchungsgegenstand definiert. Gleichzeitig wies er darauf hin, dass die Variabilität der Strukturelemente (die im angewandten Teil untersucht wurde) als Randbedingungen das System und seine Funktionen bestimmen und für das Verständnis und die Beschreibung des Systemverhaltens (die im grundlagenorientierten Teil erfolgte) unerlässlich sind. Eine strikte Trennung von grundlagenorientierter und angewandter Forschung, so wie sie in der Ökosystemforschung Wattenmeer stattfand, ist somit nicht sinnvoll. Dies zeigt auch die Zuordnung mancher Teilprojekte zu den Bereichen. So wurden im schleswig-holsteinischen Teilvorhaben im angewandten und im grundlagenorientierten Teil Untersuchungen an Rastvogelbeständen durchgeführt. Im niedersächsischen Teilvorhaben waren z.B. Teilprojekte, die eher der grundlagenorientierten Forschung zuzurechnen sind, dem angewandten Teil zugeordnet (Theoretische Ökologie in der Vorphase, Wechselwirkungen zwischen eutrophiebedingten Algenblüten und Miesmuscheln in der Hauptphase). Im niedersächsischen Teilvorhaben war laut Interviews ursprünglich keine Aufteilung in grundlagenorientierte und angewandte Forschung vorgesehen. Im schleswig-holsteinischen Teilvorhaben war aufgrund der Aufgabenstellung

keine unmittelbare Zusammenarbeit der beiden Bereiche geplant (siehe Kap.5.2.2), u.a. weil sich die Arbeitsgebiete von angewandten und grundlagenorientierten Teilen nur bei einigen Teilprojekten räumlich überschneiden.

Die ursprüngliche Idee eines einzigen Verbundvorhabens Ökosystemforschung Wattenmeer konnte auch durch die Einrichtung einer länderübergreifend koordinierenden Geschäftsstelle am Umweltbundesamt gut eineinhalb Jahre nach Beginn des Vorhabens nicht mehr realisiert werden (siehe Kap. 5.2.2. und 5.2.3), zumal dies forschungspolitisch nicht gewollt war. Außerdem wäre eine koordinierte Durchführung von insgesamt 72 Teilprojekten in den vier Hauptphasen, auch wenn sie administrativ in einem Vorhaben vereinigt gewesen wären, kaum möglich. Reise (1997) weist zu Recht darauf hin, dass mit der Größe eines Vorhabens auch der Aufwand an „Gedanken, Kraft und Zeit ... für den interdisziplinären Kontext“ der Arbeiten anwachsen und „zu Lasten der disziplinären Leistung und Kompetenz“ gehen. Dies gilt um so mehr, wenn das Untersuchungsgebiet ein geographisch so ausgedehntes Gebiet wie die gesamte deutsche Wattenmeerregion ist und die durchführenden Institute ebenfalls räumlich sehr weit voneinander entfernt sind.

Die Durchführung der Ökosystemforschung Wattenmeer war davon geprägt, dass die angewandte Hauptphase in Niedersachsen aufgrund der gut zweijährigen Vorphase zeitversetzt zu den schleswig-holsteinischen Arbeiten erfolgte, die grundlagenorientierten Teile in beiden Bundesländern jeweils ein bzw. zwei Jahre nach den angewandten Teilen und deren Hauptphasen ebenfalls um zwei Jahre zueinander zeitversetzt begannen (siehe Kap. 4). Dies führte z.B. in den angewandten Teilen dazu, dass im schleswig-holsteinischen Vorhaben beim methodischen Vorgehen Fakten geschaffen wurden, da noch keine Abstimmung mit niedersächsischen Wissenschaftlern möglich war. Die Hauptphase in Niedersachsen hatte noch nicht begonnen (Roy et al. 1997). So wurde z.B. in den Teilprojekten zur Fischerei im schleswig-holsteinischen und niedersächsischen Teilvorhaben mit unterschiedlichen Methoden gearbeitet. In den durchgeführten Interviews wurde ebenfalls deutlich, dass zwar ein Informationsaustausch, aber nur wenig inhaltliche Zusammenarbeit zwischen den vier Teilen des Vorhabens erfolgte. Dies wurde im wesentlichen auf den zeitlichen Verzug, aber auch auf die unterschiedlichen thematischen Ausrichtungen der vier Teile zurückgeführt (siehe Kap. 5.2.2). Das bei einigen Wissenschaftlern der grundlagenorientierten Teilprojekte mangelnde Interesse an der Mitarbeit bei Schutz- und Managementkonzepten haben den Ergebnistransfer zwischen den beiden Bereichen zusätzlich behindert. Die Aufteilung in grundlagenorientierte und angewandte Teile ist somit nachteilig zu bewerten (siehe auch Roy et al. 1997) und sollte bei zukünftigen Verbundvorhaben vermieden werden. Auch Kerner et al. (1991) geben in ihren retrospektiven methodischen Betrachtungen der Ökosystemforschung Berchtesgaden einer Integration von grundlagenorientierter und angewandter Forschung in einem „synthesegeleiteten Projektkonzept“ den Vorzug.

Eine weitere Konsequenz der sehr eigenständigen Entwicklungen der vier Projektteile zeigte sich während der Gesamtsynthese: Eine Übertragbarkeit von Ergebnissen zwischen den angewandten Teilen war aufgrund regionaler bzw. raumspezifischer Besonderheiten oder fehlender Basisdaten nur bedingt möglich (z.B. Fischerei und Tourismus, siehe Band 1, Kap. 4.3 und 4.4). Auch zwischen den grundlagenorientierten Teilen war nur für ausgewählte

Themen eine Ergebnisintegration möglich (siehe Band 1, Kap. 3), da sie hinsichtlich der Gebietsauswahl komplementär angelegt waren und die Untersuchungen unterschiedlich ausgerichtet waren (Austauschprozesse bzw. Stabilitätseigenschaften).

Die Themen der Ökosystemforschung Wattenmeer waren insbesondere in der Konzeption von Leuschner (1989) inhaltlich sehr breit angelegt. Das von ihm formulierte Gesamtziel der „grundlegenden Erforschung der ökologischen Funktionen und Prozesse im Wattenmeer“ war zu umfassend. Dies führte im schleswig-holsteinischen grundlagenorientierten Teil (SWAP) nach Reise (1997) dazu, dass sich die Arbeitsgruppen zunächst auf beforschbare Fragestellungen einigen mussten. Um hierbei allen Arbeitsgruppen Gelegenheit zu geben, ihre Forschungsinteressen zu verwirklichen, wurde der Begriff "Austauschprozess" sehr weit gefasst. Dies führte dazu, dass ein im Vergleich zu den zur Verfügung stehenden Mitteln ein zu breites Spektrum an Fragestellungen - von Nährstoffen im Porenwasser über Bakterien bis hin zu den Seehunden - bearbeitet wurde. Reise (1997) ist daher im Nachhinein der Auffassung, dass eine engere Definition des Begriffs Austausch zu Beginn des Vorhabens und eine anschließende Suche nach geeigneten Arbeitsgruppen die Forschungseffizienz gesteigert hätte. Er favorisiert also ebenfalls einen Top-down-Ansatz für die Organisation eines zukünftigen Ökosystemforschungsvorhabens, jedoch mit einer offeneren Gestaltung als z.B. in der Ökosystemforschung Berchtesgaden. Konkret schlägt Reise (1997) die Bildung einer Kerngruppe von 2 bis 6 Experten vor, die die Fragestellungen ausarbeitet, einen Zeitplan entwirft und „Aufträge an uni- bis oligodisziplinäre Arbeitsgruppen“ vergibt, die nur „bei Bedarf zusammengeführt“ werden. Die fortlaufende Synthese soll Aufgabe der Kerngruppe sein. Unseres Erachtens würde bei diesem Vorgehen jedoch zu wenig interdisziplinärer Austausch zwischen den beteiligten Wissenschaftlern erfolgen, und damit die Vorteile der Arbeit in einem Verbundvorhaben abgeschwächt werden.

Basierend auf den vorangegangenen Betrachtungen wird empfohlen, zukünftige Verbundvorhaben, noch stärker als es bei der Ökosystemforschung Wattenmeer erfolgte, am Forschungsbedarf bzw. den übergeordneten Zielen zu orientieren, zumal dies eine wesentliche Voraussetzung für interdisziplinäres Arbeiten ist (siehe Kap. 8.1) und eine Steuergruppe mit weitreichenden Befugnissen zu installieren, die bereits an der Planung des Vorhabens beteiligt ist (siehe Kap. 8.6.3).

8.6.2 Projektphasen

Für drei der vier Teile der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde zunächst eine Vorphase¹⁰ bewilligt (siehe Kap. 4). Die Hauptphasen begannen einige Monate nach Ende der jeweiligen Vorphase. Die Synthesephasen aller vier Teile schlossen jeweils direkt an die Hauptphasen an, unterschieden sich jedoch erheblich hinsichtlich Länge, Personalausstattung, grundsätzlicher Zielsetzung und damit auch Grad der erreichten Ergebnisintegration (siehe Kap. 8.5). Innerhalb der Vor- und Hauptphasen begannen bis auf vereinzelte Ausnahmen die Teilprojekte gleichzeitig und endeten auch zum selben Zeitpunkt.

¹⁰ der Begriff Vorphase schließt auch die Pilotphase von ELAWAT mit ein

In den Interviews wurden die Vorphasen unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten und im Hinblick auf den organisatorischen Einstieg in das Vorhaben überwiegend positiv beurteilt, da sie der Spezifizierung der grob umrissenen Themenkomplexe, der Entwicklung und Anpassung von Methoden, der Auswahl von Beprobungs- und Experimentierflächen, Literaturrecherchen sowie der Installierung von GIS und Steuergruppe dienten (siehe Kap. 5.2.2). Zum Teil wurden diese positiven Aspekte aber dadurch aufgehoben, dass es zwischen Vor- und Hauptphase eine Lücke in der Finanzierung der Teilprojekte gab, die zu verstärkter Personalfluktuations führte (Roy et al. 1997). Weiterhin fiel in diesen Zeitraum des Übergangs von der Vor- zur Hauptphase eine personelle Erneuerung der niedersächsischen Steuergruppe, da die bisherigen Mitglieder auf unbefristete Stellen oder Stellen mit einer längerfristigen zeitlichen Perspektive wechselten. Die Einarbeitung der neuen Mitglieder band Arbeitskraft zu Lasten der Koordinierung der Hauptphase (Roy et al. 1997 und Kap. 5.2.3). Unter personellen Aspekten ist eine administrative Aufteilung von Vor- und Hauptphase also negativ zu bewerten, was auch in den Interviews zum Ausdruck kam (siehe Kap. 5.2.2).

Die Konzeption des niedersächsischen angewandten Teils und entsprechend die Vorphase waren sehr breit angelegt. In der Hauptphase musste dieser breite Ansatz aus finanziellen Gründen auf Untersuchungen des eigentlichen Wattes eingeschränkt werden. Dies hat letztlich dazu geführt, dass die Vorphase nicht den erwarteten wissenschaftlichen Effekt für die Hauptphase erbrachte (siehe Kap. 4 und 5.2.2).

Im niedersächsischen grundlagenorientierten Teil konnte die Vorphase erfolgreich für die inhaltliche Fokussierung und methodische Vorbereitung der Hauptphase genutzt werden. Nachteilig für die Koordinierung war jedoch, dass die Teilprojekte als eigenständige Einzelvorhaben bewilligt worden waren.

Im schleswig-holsteinischen angewandten Teil gab es keine Untergliederung in eine Vor- und Hauptphase. Dies hatte den Vorteil, dass die personellen Fluktuationen geringer waren. Als nachteilig erwies sich jedoch, dass das GIS noch im Aufbau war, als die übrigen Teilprojekte ihre Feldarbeiten aufnahmen. Viele der von diesen Teilprojekten benötigten Grundlagendaten lagen zu diesem Zeitpunkt noch nicht in digitaler Form vor. Im schleswig-holsteinischen grundlagenorientierten Teil (SWAP) konnte durch die Erprobung von Methoden in der Vorphase die Effektivität der Arbeiten in der Hauptphase gesteigert werden. Allerdings hat sich trotzdem ein gleichzeitiger Start aller Teilprojekte und Disziplinen als nachteilig erwiesen. Die Erforschung der Strukturen (Kartierungen, Fernerkundung, Hydrographie) erfolgte parallel zur Prozessforschung, obwohl letztere die Strukturdaten zum Teil als Grundlage benötigte (Reise 1997).

Auch im Solling-Projekt wurde der gleichzeitige Beginn aller Teilprojekte nachträglich als Fehler beurteilt. Durch sehr unterschiedlichen Zeitbedarf bei der Entwicklung von Methoden, Geräten für die Freilanduntersuchungen und Modellen ist es nicht gelungen, alle Teilprojekte mindestens drei Jahre synchron durchzuführen (Ellenberg et al. 1986).

In der Ökosystemforschung Berchtesgaden wurde eine einjährige Vorphase von der Steuergruppe dazu genutzt, auf der Grundlage der vorliegenden sektoralen Arbeitskonzepte der Teilprojekte die Haupt- und Teilfragen und den Daten- und Methodenbedarf festzulegen.

Des weiteren wurde ein Projektinformationssystem (GIS, Methodendatenbank, Hardware) konzeptioniert, die organisatorische Projektstruktur und ein Zeitplan festgelegt sowie diverse formale Vorgaben hinsichtlich Sammlung, Prüfung, Dokumentation der Daten und der Nutzung von Modellen erarbeitet (Kerner et al. 1991, Haber et al. 1990). Diese Maßnahmen dienten neben dem generellen Projektmanagement dazu, die Arbeiten der Teilprojekte frühzeitig auf eine Synthese zu orientieren. Die Berchtesgadener Programmsynthese zeigte jedoch, dass auch diese sehr umfassende Vorbereitungsphase nicht alle Schwierigkeiten und Probleme interdisziplinären Arbeitens in einem großen Verbundvorhaben im Vorwege aus dem Weg räumen bzw. lösen konnte (Kerner et al. 1991, Teil D).

Die Erfahrungen der drei hier betrachteten interdisziplinären Ökosystemforschungsprojekte zeigen sehr deutlich, dass große Verbundvorhaben eine sehr genau geplante und anhand der gegenseitigen Abhängigkeiten der Teilprojekte gestaffelte Anlaufphase benötigen. Diese sollte aber nicht als eigenständiges Projekt, sondern im Rahmen des Gesamtvorhabens finanziert werden. (siehe Kap. 9.1.2).

In der Ökosystemforschung Wattenmeer hat sich gezeigt, dass für die Beantwortung mancher der untersuchten Fragen drei Jahre zu kurz waren, weil das Wattenmeer ein hoch dynamisches System mit großen interannuellen Schwankungen ist. Hieraus resultiert die Forderung nach unterschiedlich langen Erhebungsphasen für die einzelnen Teilprojekte, jeweils angepasst an die spezifischen Fragestellungen. Ein derartiges Vorgehen würde aber wiederum den Einstieg in eine Synthesephase zeitlich verzögern, da ihr Beginn und ihre Durchführung problematisch sind, wenn noch nicht alle Ergebnisse vorliegen (siehe Kap. 8.5).

In jedem Fall muss eine ausreichend lange Auswertungsphase für die Teilprojekte vorgesehen werden. Es obliegt der Steuergruppe darauf zu achten, dass sie nicht für Untersuchungen zu Lasten der Auswertung genutzt wird. Diese Auswertungsphase sollte zusätzlich zu den fachspezifischen Abschlußberichten die Vorlage der erhobenen Daten in einem einheitlichen Format und eine erste Bewertung der Daten hinsichtlich ihrer Syntheserelevanz erbringen (siehe Kap. 8.5).

8.6.3 Koordinierung und Integration

Die Koordinierung und Integration kann in interdisziplinären Verbundvorhaben durch sehr unterschiedliche Instrumente erfolgen (Daschkeit & Schuchardt 1999, Daschkeit 1998a), die auf verschiedenen, z.T. auch gleichzeitig auf mehreren Ebenen ansetzen. Auf der inhaltlichen Ebene wirken z.B. theoretische Aspekte und eine Problemorientierung integrierend, da es sich hierbei meist um komplexe Probleme handelt, die von mehreren Disziplinen gemeinsam bearbeitet werden müssen. Auf der räumlichen Ebene kann ein gemeinsamer geographischer und zeitlicher Bezug der Integration dienen. Instrumente der methodischen Ebene sind der Einsatz eines GIS, von Modellen, von Moderationstechniken und die Arbeit mit Leitfragen. Auf der organisatorischen Ebene kann die Koordination durch Vollversammlungen, Seminare und die Bildung von Arbeits- und Synthesegruppen erfolgen. Einige dieser Methoden können mehreren Ebenen zugeordnet werden, wie z.B. das GIS und Modelle. Dies sind Instrumente der methodischen Ebene, die als zentrales Anliegen eines Projektes

gleichzeitig zum Integrationsinstrument der inhaltlichen Ebene werden (s.u.). Des weiteren greifen diese Methoden natürlich ineinander. Bei einer primär auf der inhaltlichen Ebenen ansetzenden Integrationsweise werden auch immer methodische und koordinierend wirkende Instrumente zum Einsatz kommen. Ein eigenes Teilprojekt bzw. eine Steuergruppe als zentrales Koordinierungsorgan wird auf allen Ebenen tätig.

In der Ökosystemforschung Wattenmeer ist eine Mischung aus Integrationsinstrumenten der genannten Ebenen durch die Steuergruppen realisiert worden. Die eingesetzten Methoden hatten im zeitlichen Ablauf bzw. den jeweiligen Phasen des Projektes ein unterschiedliches Gewicht. Im nachfolgenden sollen sie nach Ebenen unterteilt dargestellt und bewertet werden.

Inhaltliche Ebene

Instrumente der inhaltlichen Integration waren in der Ökosystemforschung Wattenmeer generell die jeweiligen übergeordneten Ziele der vier Teile des Verbundvorhabens (siehe Kap. 4), die Auseinandersetzung mit ökosystemtheoretischen Ansätzen (siehe Kap. 8.3) sowie die Bearbeitung anwendungsorientierter Fragestellungen in den Bereichen Schutz und Management (siehe Kap. 8.4).

Die übergeordneten Ziele hatten große Bedeutung in der Planungsphase der vier Teile des Vorhabens und wurden z.T. bei der Beantragung der Hauptphasen nochmals modifiziert. Dies umfasste sowohl ihre Fortschreibung auf der Basis der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse (z.B. ELAWAT, Dittmann et al. 1998) als auch ihre Anpassung an die tatsächlich zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel (z.B. SWAP, Reise 1997, angewandter Teil Niedersachsen, Roy et al. 1997). Teilweise sind sie während der Datenerhebungsphasen dann allerdings in den Hintergrund getreten. Durch die gemeinsam mit den Bearbeitern der Teilprojekte formulierten Leitfragen wurden sie von den Steuergruppen wieder in den Vordergrund gerückt (s. u. "Methodische Ebene").

In SWAP hatten die übergeordneten Fragestellungen eher die Aufgabe einer „gedanklichen Initialzündung“ in der Anfangsphase der Teilprojekte. Die vielfältigen Ergebnisse wurden dann in der Synthesephase unter dem zentralen Gedanken der Bilanzierung von Stoffaustausch, Stoffumwandlung und Organismenwanderung zusammengeführt.

Im niedersächsischen grundlagenorientiertem Teil (ELAWAT) war die ökosystemtheoretisch-konzeptionelle Auseinandersetzung mit dem Thema Stabilitätseigenschaften ein wichtiges Instrument der inhaltlichen Integration (siehe Kap. 8.3), das verstärkt in der zweiten Hälfte der Laufzeit zum Einsatz kann. Wünschenswert wäre ein Einsatz von Projektbeginn an gewesen (Dittmann et al. 1998).

Abschließend kann festgestellt werden, dass sich einerseits die auf der inhaltlichen Ebene eingesetzten Integrationsinstrumente bewährt haben, denn es ist ein erheblicher Sondernutzen in diesem Verbundvorhaben erzielt worden (siehe Kap. 8.2 - 8.4). Die vorangegangenen Betrachtungen zeigen aber auch, dass in zukünftigen Verbundvorhaben ein noch konsequenterer Einsatz dieser Instrumente wünschenswert wäre.

Räumliche und zeitliche Ebene

Ein identischer Raumbezug bei der Durchführung der Feldarbeiten ist - insbesondere in Kombination mit einem identischen Zeitbezug - eine effektive Methode der Koordinierung. Mit ihrem Einsatz wird eine wichtige Grundlage für die Ergebnisintegration gelegt. Sie wird dadurch erleichtert und ist manchmal auch nur möglich, wenn Untersuchungen im gleichen Gebiet und zeitlich parallel erfolgen.

Sehr intensiv ist dieses Instrument im grundlagenorientierten Teil SWAP zum Einsatz gekommen. Die Mehrzahl der Teilprojekte arbeitete zunächst im Sylter Königshafen, dann - abgesehen von einigen Teilprojekten, denen dies aus verschiedensten Gründen (Logistik, Experimente etc.) nicht möglich war - im Sylter Tidebecken (Gätje & Reise 1998). Die Feldarbeiten erfolgten in gemeinsamen Messkampagnen soweit dies möglich und sinnvoll war. Im grundlagenorientierten Teil ELAWAT wurde ähnlich verfahren. Hauptuntersuchungsgebiet war das Spiekerooger Rückseitenwatt mit zwei besonders intensiv untersuchten Teilgebieten (siehe Kap. 4). Außerdem arbeiteten auch die Teilprojekte des niedersächsischen angewandten Teils in diesem Gebiet. In beiden Teilen wurden gemeinsame Messkampagnen, z.T. auch gemeinsam von Teilprojekten aus dem angewandten und dem grundlagenorientierten Teil, durchgeführt. Im schleswig-holsteinischen angewandtem Teil lag der Schwerpunkt auf Bestandsaufnahmen. Dadurch wurde in vielen Teilprojekten ein flächendeckender Ansatz verfolgt, im gesamten schleswig-holsteinischen Wattenmeer Kartierungen, Bestandsaufnahmen und Untersuchungen durchgeführt. Dieser Ansatz führte zwangsläufig dazu, dass der zeitliche Bezug zwischen den Arbeiten der Teilprojekte nur sehr lose sein konnte, da sehr unterschiedliche Untersuchungen durchgeführt wurden: u.a. Prielbefischungen wurden bei Niedrigwasser, Untersuchungen zur Garnelenfischerei bei Hochwasser durchgeführt, Rastvögel und Brutvögel treten zu unterschiedlichen Jahreszeiten auf, die Begehung aller Miesmuschelbänke nahm drei Viertel des Jahres in Anspruch. Gemeinsame Messkampagnen aller Teilprojekte waren daher im schleswig-holsteinischen angewandtem Teil nicht möglich. Gelegentlich führten einzelne Teilprojekte zeitlich koordiniert gemeinsame Untersuchungen durch.

Die Bedeutung eines identischen räumlichen und zeitlichen Bezuges als Integrationsinstrument in einem ökosystemaren Verbundvorhaben zeigt sich am Beispiel der Untersuchungen an Miesmuscheln und der Auswirkung der Miesmuschelfischerei. In allen vier Teilen der Ökosystemforschung Wattenmeer gab es Teilprojekte, die sich mit dieser Thematik befasst haben. Da aber überwiegend weder räumlich noch zeitlich ein Bezug zwischen den Untersuchungen bestand, konnten die Ergebnisse im Rahmen der Gesamtsynthese nur gegenübergestellt und diskutiert, aber nicht wirklich inhaltlich integrierend zusammengefügt werden (siehe Band 1, Kap. 3 und 4).

Methodische Ebene

Als Integrations- und Koordinationsinstrumente wurden in der Ökosystemforschung Wattenmeer Modelle, GIS, eine zentrale Datenhaltung sowie Leitfragen und Moderationstechniken genutzt.

Die Nutzung der Modelle variierte von der Anpassung bereits vorhandener Modelle an das Untersuchungsgebiet (z.B. hydrographische Modelle in SWAP) bis hin zur Weiterentwicklung von Modellen (z.B.: Stoffkreislaufmodell im niedersächsischen angewandtem Teil). Die Zielrichtung des Einsatzes war sehr unterschiedlich. In einigen Fällen hatten die Modelle vor allem eine Dienstleistungsfunktion für andere Teilprojekte. Im Fall der Hydrographie dienten die Modellberechnungen z.B. dazu, eine nicht leistbare Anzahl von Naturmessungen zu ersetzen, indem räumliche und zeitliche Extrapolationen vorgenommen und damit Grundlagendaten für andere Teilprojekte sowie für Bilanzierungen bereitgestellt wurden.

Die integrierende Wirkung von Modellen kommt vor allem zum Tragen, wenn sie der Formulierung und Überprüfung von Hypothesen auf der Ökosystemebene sowie der Überprüfung ökologischer Konzepte dienen, ihr Einsatz also auf eine Erweiterung des Systemverständnisses abzielt. Ein Beispiel ist der Einsatz gitterbasierter Simulationsmodelle in ELAWAT (Grimm 1998, Grimm et al. 1998). Ihre Erstellung erforderte die enge Zusammenarbeit und die Integration des Wissens von Vertretern der Disziplinen Benthologie, Hydrographie, Strömungs- und ökologische Modellierung (Grimm 1998). Bei dieser Art des Einsatzes werden Modelle zu einem wichtigen Integrationsinstrument der inhaltlichen Ebenen (siehe auch Kap. 6.4.5 Modelle, 8.3 und Band 2, Kap. 5.5).

Eine Nutzung des GIS als ein Integrationsinstrument der inhaltlichen Ebene ist in der Ökosystemforschung Wattenmeer nur in geringem Umfang erfolgt. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz des GIS in der Synthesephase des schleswig-holsteinischen angewandten Teils bei der Erstellung der Grundlagen eines Nationalparkplans (Stock et al. 1996). Einige Gründe hierfür sind in folgenden Umständen zu suchen: Der Aufbau erfolgte erst während der Projektlaufzeit, die analytischen Möglichkeiten eines GIS wurden in der Durchführung zu wenig genutzt, teils aus Unkenntnis der Teilprojektbearbeiter hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten, teils wegen fehlender Grundlagen datentechnischer oder inhaltlicher Art (siehe auch Kap. 5.2.7 und Kap. 7). Aus diesen Gründen wurden die geographischen Informationssysteme in erster Linie für die Erstellung von Grundlagen- und thematischen Karten in der Ökosystemforschung Wattenmeer genutzt.

Beispiele für die Nutzung eines GIS als Integrationsinstrument der inhaltlichen Ebene sind die Ökosystemforschung Berchtesgaden (Kerner et al. 1991) und die Fallstudie Sylt (Daschkeit & Schuchardt 1999). In zukünftigen Verbundvorhaben, in denen ein GIS als Integrationsinstrument verwendet werden soll, sollte schon in der Planung die Rahmenbedingungen für dieses Instrument geschaffen werden (siehe Kap. 7 und 9).

Eine zentrale Datenhaltung mit dezentralen Verarbeitungsmöglichkeiten ist in ökosystemaren Verbundvorhaben, in denen in der Regel eine große Fülle an Daten anfallen, eine Grundvoraussetzung für den Zugriff aller Beteiligten auf die Daten und damit für eine Ergebnisintegration, sofern diese auf elektronische Datenverarbeitung angewiesen ist. In der Konzeption der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde von Leuschner (1989) großes Gewicht auf die Einrichtung einer solchen zentralen Datenhaltung gelegt. Letztlich konnte dieses Konzept nur in Teilen realisiert werden. Ein Zugriff auf die Daten war während der Laufzeit des Vorhabens nur eingeschränkt möglich und demzufolge die Einsatzmöglichkeiten

und Akzeptanz des Systems sehr gering. Die vielfältigen Gründe hierzu sind in Kapitel 7 und Kapitel 8.8 analysiert worden.

Der Nutzen einer zentralen Datenhaltung in Verbindung mit einem GIS wurde in der Ökosystemforschung Berchtesgaden deutlich (Kerner et al. 1991). Sie war Bestandteil eines zentralen Projektinformationssystems und hat ganz wesentlich die Ergebnisintegration (= Synthese) erleichtert. Die erforderlichen Vorgaben für Erhebung, Dokumentation und Formate der Daten wurden den Teilprojekten bereits in der Planungsphase gegeben (siehe auch Kap. 3.1).

Die Arbeit mit Leitfragen ist ein methodisches Instrument, um übergeordnete Ziele und Anliegen eines Verbundvorhabens in das Zentrum der Arbeiten zu rücken und einen Austausch der verschiedenen Fachdisziplinen zu erreichen. Sie sind also eine Methode, die auf der inhaltlichen Ebene zum Einsatz gelangt.

Die Formulierung von Leitfragen ist im niedersächsischen angewandtem Teil gut eineinhalb Jahre nach Beginn der Hauptphase, im schleswig-holsteinischen angewandtem Teil gut dreieinhalb Jahre nach Beginn des Projektes erfolgt. Demzufolge kam ihre integrierende Wirkung insbesondere in den Teilsynthesen zum Tragen (siehe Kap. 8.5).

Der Einsatz von Leitfragen wurde in den Interviews überwiegend positiv beurteilt. Wünschenswert ist ein Entwurf der Leitfragen bereits in der Planungsphase eines Verbundvorhabens.

In der Ökosystemforschung Wattenmeer sind in einigen Workshops professionelle Pinnwand-Moderationstechniken zum Einsatz gekommen. Diese Workshops waren in der Regel sehr fruchtbar, so dass einige Mitglieder der Steuergruppen eine entsprechende Fortbildung gemacht haben, um diese Methoden auch eigenständig einsetzen zu können.

Diese positiven Erfahrungen führen zu der generellen Empfehlung in zukünftigen Verbundvorhaben verstärkt professionelle Methoden der Gruppenarbeit und des Projektmanagements einzusetzen (siehe hierzu auch Dittmann et al. 1998). Kerner et al. (1991) gehen darüber hinaus und empfehlen zusätzlich aufgrund diesbezüglicher Erfahrungen in der Ökosystemforschung Berchtesgaden eine Schulung der Mitglieder der Steuergruppe in Projektmanagement, Gesprächsführung, Entscheidungsfindung und Krisenmanagement.

Organisatorische Ebene

Die Integration und die Koordinierung der beteiligten Teilprojekte und der Wissenschaftler innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer fand neben den bereits erwähnten Ebenen (inhaltlich, methodisch, räumlich) auch auf den unterschiedlichsten technisch-organisatorischen Ebenen statt. Hierunter sind Arbeitseinheiten zu verstehen, wie Teilprojekte, Arbeitsgruppen, Seminare, Vollversammlungen und Symposien.

Dabei bildeten die Teilprojekte die unterste Organisations- und Koordinierungsebene. Sie umfassten jeweils einen spezifischen Forschungsansatz, für dessen Organisation und Durchführung die einzelnen Teilprojektleiter verantwortlich waren (siehe Kap. 4.1). Die Teilnahme an Freilanduntersuchungen, Beprobungsfahrten u.a. der einzelnen Teilprojekte durch

die Steuergruppenmitglieder diente in erster Linie der Informationsvermittlung. Neben dem Kennenlernen der Einrichtungen und Institute der Teilprojekte konnten Ergebnisse und Schwierigkeiten in persönlichen Gesprächen vermittelt werden. Dies förderte das gegenseitige Verständnis und erwies sich als gute Kommunikationsgrundlage für den weiteren Verlauf der Ökosystemforschung Wattenmeer.

Um die Zusammenarbeit zwischen der Steuergruppe und den einzelnen Teilprojekten trotz der großen Entfernungen möglichst effektiv zu gestalten, wurden Arbeitsgruppen eingerichtet. Die Arbeitsgruppen wurden teilprojektübergreifend nach thematischen Schwerpunkten ausgerichtet (siehe Kap. 4). Sie waren die unterste Informations- und Kommunikationsebene der interdisziplinären Zusammenarbeit und ermöglichten gemeinsame Vorbereitung und Durchführung von Feldarbeiten, den Informations- und Datenaustausch, gemeinsam durchgeführte Untersuchungen und Analysen. In ihnen wurden Grundlagen für die Teilsynthesen in den vier Vorhabensteilen gelegt. Neben der Integration von sektoralem Detailwissen in den Gesamtzusammenhang der Ökosystemforschung Wattenmeer waren die Arbeitsgruppen die organisatorische Ebene, auf der interdisziplinäre Fragestellungen aus dem (politischen) Umfeld diskutiert und beantwortet wurden. Die Arbeitsgruppen waren ein wesentliches organisatorisches Instrument für die Ökosystemforschung Wattenmeer (Dittmann et al. 1998, Roy et al. 1997, Kellermann et al. 1996).

Eine weitere koordinatorische und organisatorische Ebene bildeten die Vollversammlungen. Die Vollversammlungen wurden durch die Steuergruppen organisiert und durchgeführt. Sie wurden zum Informationsaustausch zwischen den Teilprojekten untereinander, und den Teilprojekten und der Steuergruppe genutzt und boten zusätzlich die Möglichkeit, in größerer Runde übergreifende Fragestellungen zu diskutieren. Neuere Entwicklungen und Anforderungen an die Teilprojekte konnten dort präsentiert und diskutiert werden, um die Entscheidungsfindung transparent und nachvollziehbar zu machen. Hierzu zählten z.B. die Zuarbeit zum Trilateralen Monitoring und Assessment Programm (siehe Band 1 Kap. 5) und die Erarbeitung von Umweltqualitätszielen (siehe Band 1 Kap. 6.3). Die Vollversammlungen wurden sowohl als Kommunikations-, als auch als Controllinginstrument durch die Steuergruppe genutzt.

In den beiden grundlagenorientierten Vorhaben SWAP und ELAWAT wurden Seminare durchgeführt, um den Kenntnisstand der an der Ökosystemforschung Wattenmeer beteiligten Disziplinen und eingesetzter Methoden zu vertiefen. Sie wurden dabei gleichermaßen als Foren z.B. für die Diskussion von relevanten ökologischen Theorien und Konzepten, zur Anwendung von statistischen Methoden, zur Ökosystemmodellierung wie auch zur Wissensvermittlung eingesetzt, um für alle Beteiligten die Voraussetzungen zu schaffen, dass diese auf annähernd gleichem Kenntnisstand weiterarbeiten konnten. Statusseminare, die unter Beteiligung der Auftraggeber und eingeladenen Gutachter durchgeführt wurden, dienten dem internen Controlling durch die Steuergruppe und der Rückkopplung für die Mittelgeber sowie dem Informationsaustausch (Dittmann et al. 1998, Roy et al. 1997, Kellermann et al. 1996).

Gemeinsame wissenschaftliche Symposien bildeten die nächsthöhere organisatorische Ebene und dienten dem Gedankenaustausch aller an der Ökosystemforschung Wattenmeer Beteiligter sowie der Information der Öffentlichkeit.

Als verbundprojektübergreifende Instanz für die vier Teile der Ökosystemforschung Wattenmeer wurde die Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer eingerichtet. Sie sollte neben inhaltlichen Aufgaben für einen vorgesehenen, aber nicht eingerichteten wissenschaftlichen Beirat eine länderübergreifende Koordinierung gewährleisten. Dies gelang allerdings nur ansatzweise. Zu unterschiedlich waren die Forschungsansätze, Laufzeiten und Ausrichtungen der einzelnen Teilvorhaben. Forschungspolitischer Wille und Status standen einer Organisationsform, die zudem ohne entsprechende Vollmachten und Weisungsbefugnisse ausgestattet war, konträr gegenüber (siehe Kap. 8.6).

Betrachtet man die oben beschriebenen verschiedenen Ebenen, so scheint der organisatorische und koordinierende Aufwand eines interdisziplinären Verbundprojektes wie die der Ökosystemforschung Wattenmeer enorm zu sein. Kerner et al. (1991) führen aus, dass Koordination, Abstimmung und Informationsaustausch 10% der Arbeitskapazität binden. Daschkeit (1998a) weist ebenfalls daraufhin, dass interdisziplinäre Forschung mehr Zeit in Anspruch nimmt als disziplinäre Forschung. Er geht davon aus, dass ca. 20% der Arbeitszeit für interdisziplinäre Arbeiten angesetzt werden müssten. Auch Dittmann et al. (1998) weisen auf einen hohen Zeitaufwand für gemeinsame Veranstaltungen hin. Dies kann durch Zusammenfassung und gemeinsame Planung organisatorischer und technischer Art oder durch die Einbindung von Aufgabenbereichen wie Statistik, Datenmanagement und Inanspruchnahme von Servicefunktionen teilweise ausgeglichen werden. Auch aus den von uns durchgeführten Interviews wurde ersichtlich, dass der Koordinierungsaufwand in der Ökosystemforschung Wattenmeer im Verhältnis zu den erzielten Ergebnissen von rund der Hälfte der Interviewten als angemessen und von knapp einem Drittel als hoch eingeschätzt wurde (siehe Kap. 5.) Weiterhin wurde ausgeführt, dass der Zeitaufwand für projektinterne Veranstaltungen, die der interdisziplinären Zusammenarbeit dienten, für manche Teilprojekte so hoch war, dass die Zeit für andere Aufgaben knapp war und einige Fragen zurückgestellt werden mussten.

Dies zeigt, dass durch den Grad der inhaltlichen Vernetzung die Flexibilität und Freiheit der einzelnen Teilprojekte bzw. Mitarbeiter eingeschränkt ist. Hinzu kommt bei der Durchführung von interdisziplinären Verbundprojekten das Spannungsverhältnis zwischen einerseits disziplinärer Profilierung (z.B. in Form einer Dissertation) und andererseits interdisziplinärer Arbeit (Zuarbeit zum Ganzen) (Daschkeit 1999a, siehe auch Kap. 8.1). Bei allen organisatorischen Bemühungen werden nie alle an dem Vorhaben beteiligten Wissenschaftler auf die gleiche Weise erreicht. Die Einsicht in die Notwendigkeit interdisziplinärer Zusammenarbeit besteht nicht automatisch, auch die Motivation zur Mitarbeit in einem Verbundprojekt kann unterschiedlich sein (Dittmann et al. 1998). Kerner et al. (1991) weisen in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung von „Spiel“-räumen für die Arbeit aller Beteiligten hin. Sie sehen diese als wichtige Voraussetzung für die Motivation, aber auch für die Innovation, Vertiefung und Verfeinerung der Fachbeiträge an, sozusagen als Ausgleich für die Unter-

ordnung in enge methodische und inhaltliche Rahmenbedingungen. Ein Verbundprojekt ist damit in organisatorischer Hinsicht wesentlich anspruchsvoller als Einzelprojekte.

Dabei soll ein Verbundprojekt die eigentliche Zusammenarbeit nicht erzwingen. Es soll den Rahmen für eine erleichterte Zusammenarbeit bilden und diese durch geeignete Instrumente fördern. Verbundprojekte stellen diesbezüglich erhöhte Anforderungen an das wissenschaftliche Arbeiten und die einzelnen Mitarbeiter. Die dabei erzielten interdisziplinären Ergebnisse und die „höhere“ Qualität des wissenschaftlichen Gesamtergebnisses rechtfertigen u. E. den Aufwand für die notwendige Koordinierung und Abstimmung (siehe Kap. 8.1).

Steuergruppen

Ganz wesentliche Aufgaben der inhaltlichen und organisatorischen Koordination der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden durch den Einsatz von Steuergruppen realisiert, wie bereits die Betrachtungen in den vorangegangenen Ausführungen im Kapitel 8 gezeigt haben. Aus den positiven Erfahrungen im Berchtesgadener Vorhaben resultierte der Einsatz von Steuergruppen in der Ökosystemforschung Wattenmeer (siehe Kap. 3.1). Allerdings war ihre Position innerhalb des Vorhabens hinsichtlich der Möglichkeiten, auf die Teilprojekte Einfluss zu nehmen, nicht so ausgeprägt wie im Berchtesgadener Vorhaben (siehe Kap. 8.6). Sowohl der erzielte Sondernutzen (siehe Kap. 8.1 bis 8.4) als auch der Ablauf der Ökosystemforschung Wattenmeer machen jedoch deutlich, dass sich der Einsatz von Steuergruppen erneut bewährt hat. In den Interviews wurde allerdings deutlich, dass in diesem Zusammenhang noch einiges verbessert werden könnte (siehe Kap. 5.2). Eine frühzeitige Etablierung der Steuergruppe und ihr Mitwirken an der Konzeption würde insbesondere die inhaltliche Ausrichtung der Teilprojekte auf die Vorhabensziele verbessern, wenn Einflussmöglichkeiten nach dem Berchtesgadener Vorbild geschaffen werden wie z.B. Vorgaben für die Festlegung der Arbeitsziele der Teilprojekte und Verträge mit den Teilprojektbearbeitern. Darüber hinaus könnten die Mitglieder der Steuergruppe dann viel stärker, eigene fachliche Ideen in das Vorhaben einbringen und sich somit stärker mit den Inhalten identifizieren. Die Zusammensetzung und konkrete Aufgaben der beiden Steuergruppen im niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Teil wurden bereits in Kapitel 4.1 erläutert. Roy et al. (1997) und Kellermann et al. (1996) bezeichneten die Anzahl der Personen in der Steuergruppe zwar als ausreichend, aber optimal wäre eine zusätzliche Person gewesen, um eine kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit zu gewährleisten. Obwohl beide Steuergruppen in den Nationalparkbehörden angesiedelt waren und die infrastrukturellen Einrichtungen nutzen konnten, wurde außerdem der Wunsch nach einer zusätzlichen Verstärkung der Steuergruppen durch eine Sekretärin geäußert (siehe Kap. 5).

Im Gegensatz zu Berchtesgaden wurden in der Ökosystemforschung Wattenmeer unterschiedliche Projektaufbauorganisationen gewählt. Unter Projektaufbauorganisation ist dabei die Organisation zu verstehen, die für die Durchführung des Projektes speziell geschaffen wurde. In Niedersachsen wurde eine Projektleitung eingerichtet, die aus einem Leitungskollegium und der Steuergruppe bestand. In Schleswig-Holstein war es ausschließlich eine Steuergruppe (siehe Kap. 4.1). Die Besetzung der Steuergruppen erfolgte sowohl in Niedersachsen als auch in Schleswig-Holstein mit dem sogenannten „akademischen Mittelbau“.

Die Steuergruppen hatten die Rolle eines „Multiprojektmanagers“ dessen Aufgabe es war, die vielen Teilprojekte so zu koordinieren, so zu vernetzen, informell, terminlich und in den Ergebnissen aufeinander abzustimmen, dass die Ziele des Gesamtprojektes mit und durch die Teilprojekte und den darauf aufbauenden Synthesephasen erreicht wurden. Die Bedeutung dieser Art von Koordination und Integration sowohl auf der inhaltlichen, methodischen als auch auf der technisch-organisatorischen Seite wird gerne unterschätzt und eher als Selbstorganisationsprozess verstanden. Daschkeit (1998a) weist in diesem Zusammenhang auf das Problem hin, dass derartige Tätigkeiten im übrigen Wissenschaftsbereich nicht als eigenständige und in diesem Sinne wissenschaftliche Leistung anerkannt werden. Problematisch war die Tatsache, dass die Festlegung inhaltlicher Fragestellungen, Rahmenbedingungen, Ergebnisintegration und Koordinierung eines so großen interdisziplinären Verbundvorhabens als steuernde Akteure durch promovierte Wissenschaftler erfolgte, während der wissenschaftliche „Oberbau“, die Professoren, lediglich als Teilprojektleiter in Erscheinung traten.

Als weiterer Unterschied zum Berchtesgadener Vorhaben wurden beide Steuergruppe in den jeweiligen Nationalparkbehörden angesiedelt. Diese Einbindung in eine Verwaltungshierarchie bzw. in eine ausführende Behörde kann als ein neuer innovativer, aber auch zugleich als pragmatischer Ansatz gewertet werden, um angewandte Ökosystemforschung auch durch die Organisationsform noch stärker auf die Umsetzung der wissenschaftlichen Ergebnisse auszurichten. Die Vor- und Nachteile dieses „Einbindens“ hinsichtlich der Bereitstellung und Verwertung der wissenschaftlichen Erkenntnisse für das umweltpolitische Umfeld und für die Verwaltung wurden bereits in Kapitel 8.4 ausgeführt. Die Steuergruppe wurde als diejenige Instanz genutzt, die neben der Verbindung zwischen der konzeptionellen und der ausführenden Ebene des Projektmanagements innerhalb eines Verbundprojektes auch als Art Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Verwaltung, zwischen Aufzeigen von Forschungsergebnissen und Vermittlung dieser, fungiert. Die Steuergruppe musste wie in einem Regelkreis zwischen den einzelnen Funktionen wechseln: Planung, Steuerung und Überwachung. Weiterhin musste sie fähig sein, reduktionistische Betrachtungen, d. h. eine Betrachtung der einzelnen Teilprojekte und deren spezifischen Fragestellungen einer ganzheitlichen, holistischen Betrachtungsweise eines der wesentlichen Ziele des Projektes, anzupassen. Um diesen vielfältigen Aufgaben gerecht zu werden, wurden durch die Steuergruppen Projektmanagementinstrumentarien eingesetzt, die im betrieblichen Management schon längere Zeit ihre Anwendung finden. So fanden Planungsinstrumente wie z.B. Zeitplan, Finanzierungsplan, Meilensteinpläne, gleichermaßen Anwendung wie auch Kontrollinstrumente wie Projektdokumentation, Terminverfolgung und Steuerungsinstrumente, klare Teilprojektaufträge und -Ziele, Zwischenkontrollen sowie Informationsinstrumente wie z.B. Rundschreiben und Projektsachstandsberichte. Keßler et al. (1997) definieren Projektmanagement als das gleichwertige und gleichzeitige Management von Inhalten und Zielen, Verfahren und Methoden, Prozessen und Abläufen. Die Befugnisse und Kompetenzen einer Steuergruppe sowie die Erfüllung ihres Auftrages in einem Verbundprojekt hängen stark mit dem erfolgreichen Einsatz dieser Managementinstrumentarien zusammen.

Im niedersächsischen Teilvorhaben wurde die Koordinierung und die Entscheidungsgewalt durch die Projektleitung (Leitungskollegium und Steuergruppe) wahrgenommen. Auf den regelmäßigen Sitzungen wurde über den Stand und weitere Durchführung der Arbeiten, sowie aufgetretenen Probleme gemeinsam beraten und die erforderlichen Entscheidungen getroffen. Bedingt durch die technisch-organisatorische Anbindung an die Nationalparkverwaltung und die finanztechnischen Vorgaben durch den Mittelgeber im angewandten Teil hatte die Steuergruppe als Ansprechpartner und Leiter den für die Forschungskoordination zuständigen Dezernenten an ihrer Seite (Roy et al. 1997). Die Koordinatorin des grundlagenorientierten Teils wechselte 1997 zu TERRAMARE. Das Leitungskollegium konnte aufgrund seiner Besetzung mit renommierten Wissenschaftlern aus verschiedenen an der Ökosystemforschung Wattenmeer beteiligten Instituten aus dem „Wissenschaftsoberbau“ bei Unstimmigkeiten oder Konflikten mit Teilprojekten und Teilprojektleitern schlichtend eingreifen. Dem Rat oder der Weisung eines in wissenschaftlicher Hinsicht „gleichrangigen Kollegen“ nachzukommen schien eher akzeptabel zu sein als diese von einem „nur“ promovierten Kollegen zu bekommen. Die unscharfe Aufgaben- und Kompetenzverteilung zwischen Leitungskollegium und Steuergruppe, schränkte die Effektivität der Aufgabenwahrnehmung durch die Steuergruppe ein.

Bis auf wenige Ausnahmen war die Zusammenarbeit zwischen der Steuergruppe und den Teilprojekten als gut zu bezeichnen (siehe Kap. 5.2). Die Ausnahmen einer mangelnden Zusammenarbeit wurden darauf zurückgeführt, dass einige Wissenschaftler zu sehr auf ihre fachspezifischen Interessen fixiert waren. Sie wollten sich nicht den Vorhabenszielen unterordnen und sprachen der Steuergruppe die Fachkompetenz ab, ihre Arbeit zu verstehen und zu beurteilen.

Im schleswig-holsteinischen Teilvorhaben war die Steuergruppe allein verantwortlich für die finanz-, und haushaltstechnische Durchführung im angewandten Teil. Die finanztechnische Abwicklung des grundlagenorientierten Teiles wurde durch den Mittelgeber direkt über die beteiligten Institute abgewickelt. Die Wahrnehmung der inhaltlichen Aufgaben und die Koordinierung beider Teile blieben in der Hand der Steuergruppe. Damit lag auch die Entscheidungskompetenz für die Art und Weise der Durchführung des Vorhabens weitestgehend bei ihr. Eingeschränkt wurde diese allerdings durch einerseits die Einbindung in die Nationalparkbehörde und andererseits durch die Interessen der Mittelgeber. Weiterhin war die Steuergruppe weisungsgebunden hinsichtlich öffentlichkeitswirksamer Fragen, die den Nationalpark betrafen (Kellermann et al. 1996).

Als ein generelles Problem bei der Durchführung von interdisziplinären Verbundvorhaben und damit auch für die Arbeit der Steuergruppen erwies sich der Zwang vieler Teilprojektmitarbeiter, trotz des Anspruchs einer interdisziplinären Ausrichtung des Gesamtvorhabens disziplinäre Qualifikationsarbeiten anfertigen zu müssen (Daschkeit et al. 1998a, Dittmann et al. 1998, Kerner et al. 1991).

Dies ist nach Kerner et al. (1991) eine der entscheidenden Herausforderungen für die Leistungen einer Projektleitung (Steuergruppe). Eine Projektleitung, die es nicht schafft, ihre Integrationsfunktion wahrzunehmen, wird sich in kürzester Zeit nur noch selbst verwalten

und die einzelnen Teilglieder werden sich aus dem Rahmenbedingungen der Konzeption herauslösen. Daher muss die Steuergruppe Rahmenbedingungen setzen, die die allzu freie Entfaltung der einzelnen Teilsysteme beschränkt. Dies müssen Wissenschaftler wissen und auch akzeptieren, wenn sie an einem interdisziplinärem Verbundprojekt teilnehmen.

Auch in der Ökosystemforschung Wattenmeer ist dies nicht in allen Fällen gelungen. Zu unterschiedlich waren die Ansprüche und Motivation der Mitarbeiter. Außerdem zielte die universitäre Ausbildung, in erster Linie auf eine individuelle Profilierung ab. Die Anforderungen an interdisziplinäres Arbeiten und Teamarbeit stehen dem teilweise gegenüber. Auch die abgesprochene Kompetenz in disziplinären Detailfragen für eine interdisziplinär ausgerichtete Steuergruppe durch die „Spezialisten“ kennzeichnete dieses Spannungsfeld. Hinzu kamen die unterschiedliche Länge und Laufzeiten der einzelnen Teilvorhaben in den angewandten und grundlagenorientierten Teilen.

Trotz all dieser inhaltlichen und organisatorisch-technischen Schwierigkeiten kann festgestellt werden, dass es beiden Steuergruppen gelungen ist, durch den Einsatz der genannten Koordinierungs- und Integrationsinstrumente eine inhaltliche Integration und Koordination für die Ökosystemforschung geleistet zu haben.

Die in Verbundvorhaben organisierte interdisziplinäre Zusammenarbeit erfordert einen hohen Koordinierungsaufwand, der ein bewusstes Gestalten durch die Steuergruppe voraussetzt. Die Art der eingesetzten Instrumentarien und die Projektorganisation entscheiden darüber, ob interdisziplinäres Arbeiten, gemeinsame Ansätze und eine Synthese erfolgreich durchgeführt werden können. In der Ökosystemforschung Wattenmeer waren die Integrations- und Koordinationsbemühungen nicht immer einfach und erfolgreich, da die vier Vorhabensteile sehr eigenständige, regionale und raumspezifische Ansätze und Entwicklungstendenzen aufwiesen. Auch die Gesamtsynthesephase konnte diese Entwicklung nur teilweise auffangen (siehe Kap. 8.5).

Dennoch zeigen Verlauf und Ergebnisse der Ökosystemforschung, dass die durch die Steuergruppen eingesetzten Koordinations- und Integrationsinstrumente, in unterschiedlicher Art und Weise, abhängig über den zeitlichen Verlauf des Projektes zum größten Teil erfolgreich eingesetzt wurden. Instrumente, die schon längere Zeit in der Wirtschaft im Projektmanagement erfolgreich eingesetzt werden, sind auf den wissenschaftlichen Bereich übertragbar und können dort in interdisziplinären Verbundvorhaben eingesetzt werden. Die Größe eines der Teilvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer ist durchaus mit der Größe eines mittelständischen Betriebes vergleichbar. Wissenschaft ist sicherlich nicht so planbar und vorhersehbar wie ein Bauvorhaben oder eine Produktentwicklung, aber aus den gemachten Erfahrungen erscheint es durchaus sinnvoll, bestimmte Instrumente auf den Wissenschaftsbereich zu übertragen und so Wissenschaft handhabbarer und effizienter zu machen. Ein wesentliches Problem scheint allerdings zu sein, dass Wissenschaftler glauben, dieses nicht nötig zu haben und dazu neigen, sich durch Instrumente wie Vereinbarungen, Zielvorgaben und Meilensteine in ihrer wissenschaftlichen Souveränität und Freiheit eingeschränkt zu fühlen.

8.7 Öffentlichkeitsarbeit

Eine der vorrangigen Aufgaben in einer angewandten Ökosystemforschung ist es, wissenschaftliche Aussagen so aufzubereiten und umzusetzen, dass sie von Entscheidungsträgern in Politik und Verwaltung in planerisches Handeln und Maßnahmen umgesetzt werden können. Dieser Umsetzungsprozess setzt allerdings immer eine Beteiligung und Zustimmung gesellschaftlicher Gruppen voraus. Die komplexen ökosystemaren Sachverhalte und Zusammenhänge müssen daher adäquat für die Öffentlichkeit aufbereitet werden. Die wissenschaftlichen Aussagen sollen so aufbereitet werden, dass sie auch für interessierte Laien verständlich sind. Dabei sollen sowohl Ziele, Methodik und Fragestellungen des Forschungsprojektes vermittelt werden, als auch über die Möglichkeiten des Projektes informiert werden, Lösungsstrategien für aktuelle Umweltprobleme zu erarbeiten (Haber et al. 1990).

Öffentlichkeitsarbeit beruht nach Haber et al. (1990) darauf, dass durch einen Kommunikator Aussagen produziert werden, die konkrete Empfängerkreise oder entsprechende Zielgruppen erreichen sollen. Dabei ist die Wirkung der Botschaft auf den Empfänger von der Qualität der Information, des Mediums und vom Zeitpunkt abhängig. Auch der Adressat „Öffentlichkeit“ stellt sich nicht als einheitliche Gruppe dar.

Zwei wesentliche Akteursgruppen lassen sich für die Ökosystemforschung identifizieren. Zum einen Entscheidungsträger und Planer auf den verschiedenen institutionellen und administrativen Ebenen (lokale, regionale, nationale und internationale Ebenen). Zum anderen eine sehr heterogen zusammengesetzte Gruppe, die aus den verschiedenen Akteuren, wie z.B. Vereinen, wissenschaftlichen Einrichtungen, Touristen, Bewohner der Region und interessierten Laien besteht.

Nach Haber et al. (1990) wurden in der Ökosystemforschung Berchtesgaden zwei Arten der Informationsvermittlung unterschieden. Eine indirekte oder mittelbare Öffentlichkeitsarbeit die Nachrichten über „öffentliche Medien“ wie Fernsehen, Radio und Presse und eine direkte bzw. unmittelbare Öffentlichkeitsarbeit, die konkret vor Ort mit Veranstaltungen und Ausstellungen über die Ökosystemforschung informiert.

In der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden die beiden oben genannten Gruppierungen „Entscheidungsträger“ und „interessierte Öffentlichkeit“ begleitend während der Laufzeit des Forschungsprojektes über Ziele, Methoden und Ergebnisse informiert. Die dabei eingesetzten Medien reichten von Pressemitteilungen in örtlichen Zeitungen bis zu Videovorführungen, Fernsehsendungen und Radiobeiträgen in Regionalsendern. In der unmittelbaren Öffentlichkeitsarbeit wurden Informationsveranstaltungen für spezielle Interessengruppen veranstaltet. So wurden den Wattführern als eine der wichtigsten Multiplikatorengruppe an der Küste das Forschungsvorhaben, die Schwerpunkte und Ergebnisse vorgestellt und mit Ihnen darüber diskutiert. Weiterhin wurden die Umweltverbände, sofern sie nicht selbst in der Ökosystemforschung mitwirkten, in regelmäßigen Abständen über aktuelle Themen innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer informiert. Studentengruppen aus den Fachrichtungen Chemie, Biologie, Geographie u.a. wurde die Möglichkeit geboten sich in halb- bis ganztägigen Veranstaltungen über das Ökosystem Wattenmeer zu informieren. Für

einen Informations- und Gedankenaustausch der an der Ökosystemforschung Wattenmeer beteiligten Wissenschaftler wurden alle zwei Jahre alternierend von Schleswig-Holstein und Niedersachsen öffentliche internationale Symposien durchgeführt, auf denen der Forschungsstand des Projektes allen Interessierten dargestellt und erläutert wurde. Um die Ergebnisse auch einem breiteren Kreis der Öffentlichkeit allgemein verständlich zu präsentieren, wurde eine Ausstellung „Watt und mehr“ im niedersächsischen Teilvorhaben der Ökosystemforschung Wattenmeer konzipiert und realisiert. Diese Ausstellung, die nacheinander an mehreren Orten gezeigt wurde, auch im Gebiet zwischen der Insel Spiekeroog und dem Neuharlingersiel, dem eigentlichen Hauptuntersuchungsraum der niedersächsischen Ökosystemforschung, fand ein beachtliches positives Echo (Roy et al. 1997).

Weiterhin wurden während der Laufzeit der beiden Teilvorhaben der Ökosystemforschung mehrere farbige Broschüren erstellt, die in anschaulicher und verständlicher Form Aufschluss gaben über Zielsetzung, Methodik, Schwerpunkte und Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer.

Auch die Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Ergebnisse in Form von Publikationen (360) und Abschlußberichten (über 100) durch die beteiligten Wissenschaftler sind ein Teil von Öffentlichkeitsarbeit. In der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden damit alle von Ellenberg et al. (1978) vorgeschlagenen Elemente einer notwendigen Öffentlichkeitsarbeit für Verbundforschungsvorhaben eingesetzt, die sich bereits in der Ökosystemforschung Berchtesgaden bewährt hatten. Zusätzlich wurde ein zweibändiger Umweltatlas Wattenmeer in populärwissenschaftlicher Form erstellt, der auch für interessierte Laien Auskunft über die Vielzahl der erforschten Themen in der Ökosystemforschung Wattenmeer, ihrer Erkenntnisse und Schlussfolgerungen gibt. Den für die Region zuständigen Nationalparkbeiräten bzw. den Nationalparkkuratorien wurde regelmäßig über den Verlauf und den aktuellen Stand der Ökosystemforschung Wattenmeer berichtet (Roy et al. 1997, Kellermann et al. 1996).

Auch die für die Regionen zuständigen Nationalparkbehörden haben unter Einbeziehung der Steuergruppenmitglieder und Forscher der Ökosystemforschung Wattenmeer Informationsveranstaltungen, Diskussionsabende und Vorträge durchgeführt. Trotz des vielfältigen Informationsangebotes über das Verbundforschungsvorhaben Ökosystemforschung Wattenmeer zeigten die Reaktionen der einheimischen Bevölkerung auf den in Schleswig-Holstein veröffentlichten Synthesebericht der Ökosystemforschung Wattenmeer, der wissenschaftliche Grundlage für einen Nationalparkplan sein sollte, dass die Öffentlichkeitsarbeit der Ökosystemforschung und auch der Nationalparkbehörde nicht ausreichend war. Aus den Auswertungen der von uns durchgeführten Interviews (siehe Kap. 5) wurde deutlich, dass die Beteiligten der Ökosystemforschung Wattenmeer die durchgeführte Informationsvermittlung zwar als zufriedenstellend einstufen, aber mehr als die Hälfte der Befragten diese grundsätzlich als verbesserungswürdig empfanden. Insbesondere wurden die Defizite im Public-Relationbereich gesehen. Ob die Ausweitung der Zielgruppe und der gezieltere Einsatz in Funk und Fernsehen allerdings die Konflikte um den Synthesebericht in den betroffenen schleswig-holsteinischen Regionen gemildert hätte, sei dahingestellt. Das eigentliche Konfliktpotential stellten ja im engeren Sinne nicht die Erkenntnisse der Wissenschaftler

im Synthesebericht dar, sondern die daraus resultierenden Planungen, Festsetzungen und Maßnahmen durch die vollziehende Behörde in einem Nationalparkplan. So wurden in Schleswig-Holstein zwar bestehende Kommunikationsstrukturen zwischen der Schutzgebietsverwaltung (Landesamt) und Interessenvertretern wie z.B. Gemeinden, Ämtern, Landkreisen, Vertretern des Fremdenverkehrs, Fischerei und Abstimmungsgremien wie Kuratorien, genutzt, um die Nachvollziehbarkeit und Transparenz der vorgeschlagenen Planungen zu gewährleisten, aber die Reaktionen der Öffentlichkeit auf den Synthesebericht zeigten, dass dies nicht ausreichend war. Der Diskussionsprozess bis zur Kabinettsvorlage wurde alles andere als sachlich geführt.

Die Gründe für die Art und Weise der Diskussionen um diesen Nationalparkplan sind vielfältig und nur zum Teil als nicht ausreichende Öffentlichkeitsarbeit der Ökosystemforschung Wattenmeer zu verstehen. Nach Gruppe (1997) sind die in Schleswig-Holstein gemachten Erfahrungen keineswegs Einzelfälle. In dem von ihm untersuchten Schutzgebieten wie Nationalparke, Biosphärenreservate und Naturparke wurden gemeindespezifisch die unterschiedlichsten Erfahrungen gemacht, die von weitgehendem Einverständnis bis zu offener Konfrontation gegenüber der Schutzgebietsverwaltung reichten. Ersteres bezeichnete er allerdings als labil, da aufgrund besonderer Vorkommnisse die Stimmung leicht umschlagen könne. Tendenziell herrscht eine ablehnende Grundstimmung der Bevölkerung und vieler Bürgermeister gegenüber den Nationalparkverwaltungen. In der Regel wird die Qualität der Kontakte von ihm als eine Zwischenstellung zwischen aktiver Kooperation und offener Konfrontation gesehen. Besondere Bedeutung und damit wesentliche Steuerungsmöglichkeiten für eine koordinierte und naturschutzgerechte Entwicklung des Nationalparkvorfeldes misst er den Kreisverwaltungen und den Landkreisen zu.

Auch im Diskussionsprozess in Schleswig-Holstein und in der geplanten Erweiterung des Nationalparks haben einige der Landräte eine Haltung eingenommen, die möglicherweise durch die Berichterstattung der lokalen Presse die tendenziell ablehnende Haltung der Bevölkerung verstärkt hat, die seit der Festlegung des Nationalparks ohne Beteiligung der einheimischen Bevölkerung 1985 vorherrschte (TU Berlin 1999). Erschwerend für den Diskussionsverlauf war für viele Einheimische die zu wissenschaftliche Sprache im Synthesebericht und der Eindruck, dieser sei bereits der "beschlossene Nationalparkplan". Trotz aller Missverständnisse, Unklarheiten und zum Teil offener Ablehnung seitens der Bevölkerung ist die öffentliche Darlegung der Ziele der Naturschutzbehörde und insbesondere der dadurch stattgefundene Diskussionsprozess zu begrüßen (TU Berlin 1999).

Als Fazit bleibt eine zu verstärkende und kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit innerhalb von großen Verbundforschungsvorhaben wie der Ökosystemforschung Wattenmeer zu folgern und insbesondere ein möglichst frühzeitiger Einbezug der einheimischen Bevölkerung, der Betroffenen, im Sinne einer Kooperation durch die vollziehende Behörde.

8.8 Datenverarbeitung

Eine Aufgabe der Ökosystemforschung Wattenmeer war es aus der Vielzahl der Teilprojekte und deren Daten ein Gesamtbild des Ökosystems zu entwickeln. Die Forscher versprochen

sich daraus Erkenntnisse über die Strukturen, relevanten Wechselwirkungen und Prozesse im Wattenmeer (Krasemann et al. 1997). Da bei der Vielzahl der verschiedenen Fragestellungen und deren Bearbeitung durch die Teilprojekte eine solche Menge und Komplexität an Informationen erzeugt werden würde, wurde in den beiden Konzeptionen Leuschner (1989) und ARSU (1989) großes Gewicht auf die Einrichtung eines zentralen Informationssystems gelegt (siehe Kap. 7).

Für die Planungs- und Forschungsaufgaben sollten in diesem Informationssystem Daten aus dem gesamten Wattenmeerraum und Küstenbereich bereit gestellt werden. Die dabei erhobenen Daten sollten für die Nutzer langfristig als Gesamtbestand zur Verfügung stehen und nach unterschiedlichen Fragestellungen miteinander verknüpft werden können. Darüber hinaus sollte es den Nationalparkbehörden gezielte Hilfen für ihre Schutz- und Managementmaßnahmen bieten. Diese Aufgabe sollte das Wattenmeerinformationssystem (WATiS) übernehmen (Krasemann et al. 1991). Unter dem WATiS wurde dabei ein „föderatives“ Datenhaltungssystem verstanden, das aus einer zentralen Datenbank (WADABA) mit dezentralen Verarbeitungsmöglichkeiten (z.B. lokale Zentren mit GIS-Verarbeitung in den Nationalparkbehörden Tönning, Wilhelmshaven) besteht. Es wurde als offenes System konzipiert, d.h. jeder, der Daten lieferte, konnte auf die Daten anderer Projekte zugreifen. Die zentrale Datenbank sollte dabei über Netzwerke mittels eines Nutzerführungssystems das Auffinden der Daten und den Zugriff auf diese erleichtern. Für ein Verbundprojekt, wie die Ökosystemforschung Wattenmeer in dem mehrere Anwender auf dieselben Daten zugreifen wollen, kommt insbesondere der Datenverwaltung, Datenspeicherung sowie dem Datenaustausch eine zentrale Rolle zu. Um Informationen austauschen zu können, werden zum einen Daten, die die Information repräsentieren und zum anderen Interpretationsregeln benötigt. Sind Daten nur für eine kurzlebige Aufgabe gedacht, bei der sie nicht mehrfach nutzbar zu sein brauchen, genügt das Anlegen sequentieller Dateien. Sollen aber Daten für mehrere Anwendungen mit einer längeren Lebensdauer gleichzeitig verwendet werden, so muss die Mehrfachnutzung sowie die Datenkonsistenz in Form einer Datenbank gesichert sein. Eine Datenbank wird dabei als eine strukturierte und logisch organisierte Datensammlung mit folgenden Eigenschaften definiert (WILKE 1991):

- Die Datenbank enthält alle wesentlichen Informationen in expliziter Form
- Die Daten sind vereinheitlicht und nur einmal abgespeichert
- Sie dient als gemeinsame Basis für alle Informationen eines Anwendungsbereiches
- Sie ist leicht änder- und ergänzbar
- Sie dient der gemeinsamen Nutzung durch mehrere Benutzer und mehreren Anwendungen
- Sie besitzt eine Standardabfragesprache wie SQL.

Ein Datenbestand wird dann als Datenbank bezeichnet, wenn ein selbständiges Verwaltungssystem (Datenbankmanagementsystem (DBMS)) die Trennung der Daten von den Anwendungsprogrammen ermöglicht (Stauch 1997).

Die Struktur der zentralen Datenbank des WATiS resultierte aus den Anforderungen, die an das System gestellt wurden, die insbesondere aus der Ökosystemforschung Wattenmeer kamen (Krasemann 1992):

- Die Datenbankstruktur sollte auf neue, noch nicht bekannte Projekte erweiterbar sein.
- Die einzelnen Projekte sollten gemäß ihrer teilweise sehr unterschiedlichen Fragestellungen und Vorgehensweise abgebildet werden können.
- Die Daten sollten ausreichend dokumentiert sein, um auch nach Jahren interpretiert werden zu können.
- Die Vorhaltung von Daten verschiedener Verarbeitungsstufen (z.B. Messdaten, aggregierte Daten) sollte gleichzeitig möglich sein.
- Die konsistente Fortführung aller Daten (Sachdaten, Dokumentation, Geometrien) wurde als weitere Forderung an das Informationssystem gerichtet.

Aus diesen Anforderungen erwuchs neben einer projektorientierten Struktur der Datenbank auch die Notwendigkeit eines hohen Dokumentationsniveaus. Neben den Informationen über die Methoden, mit denen die Daten gewonnen wurden, wurden zusätzliche Metainformationen z.B. über Datenerheber, Institution und der zeitlichen und räumlichen Zuordnung aufgenommen. Insbesondere die Aufnahme von Geometriedaten aus den GIS-Systemen zur Sicherung der Konsistenz und Nachvollziehbarkeit machten die Beifügung zusätzlicher Informationen notwendig, um die Sachdaten mit räumlicher Relevanz mit den Geometriedaten verbinden zu können (Kohlus 1997). Die Anforderungen, Geometriedaten in einer relationalen Datenbank vorzuhalten, ergab sich aus zwei Gründen: erstens aus dem operativen Betrieb, also der Arbeit mit dem bestehenden Datenbestand und zweitens der Archivierung der Daten. Aus der Sicht des operativen Betriebes sind vor allen Performanz, Multi-User-Zugriff und Stabilität wichtig. Aus Sicht der Langfristarchivierung sind Sicherungsmechanismen, Zugriff über definierte Schnittstellen möglichst herstellerunabhängig und die weitgehende Trennung von Funktionen und Daten von Bedeutung. Aus den genannten Gründen ergab sich, dass die Datenhaltung der räumlichen Komponente auch in Form einer Datenbank zu realisieren war. Dabei bot die Nutzung der relationalen Datenbank die bestmögliche Gewähr, dass die Anforderungen der Datenproduzenten und Nutzer an Performanz, Stabilität, Multi-Userzugriff und eine langfristige Datenspeicherung erfüllt werden konnten. Die Idee war, Geographische Informationssysteme als einfache Subsysteme (Komponente) in einem verteilten Datenbanksystem aufzufassen.

Die Integration verschiedener Systeme und Komponenten zu größeren Komplexen, wie in WATiS vorgesehen, wird derzeit in die GIS-Fachwelt diskutiert. Insbesondere die Anforderung aus der Praxis haben in den letzten Jahren einen Wandel im Einsatz von Geoinformationssystemen herbeigeführt, weg von den „monolithischen“ Geographischen Informationssystemen hin zu einer flexiblen, anpassbaren Komponententechnologie. Traditionelle Systeme sind meist mit einem großen Funktionsumfang ausgestattet, der über die Bedürfnisse der Nutzer hinausgeht, durch überflüssige Funktionen die Software teuer und unbefriedigend macht und einen außerordentlichen Schulungsaufwand verursacht. Speziellere

Anforderungen z.B. für den marinen Bereich werden durch die Hersteller solcher Systeme meist nicht erfüllt. Traditionelle Geographische Informationssysteme arbeiten mit proprietären Datenformaten und erfordern Konvertierungen, die aufwendig und grundsätzlich mit einem Informationsverlust behaftet sind (Timm et al. 1998). Die Komponententechnologie bietet das Potential für die Erstellung anwendungsorientierter und nutzbarer GIS-Umgebungen. Zur Schaffung interoperabler Komponenten liegen erste Spezifikationen durch das OpenGIS Konsortium (OGC 1997) vor.

Die Aufhebung der technologischen Trennung zwischen Geo- und Sachdatenverwaltung in OpenGis Produkten löst durch den Einsatz kommerzieller Datenbanksysteme viele Verteilungsprobleme dateibasierter monolithischer Geographischer Informationssysteme. Ein offenes GIS, das den technologischen Anschluss an datenbankorientierte Informationssysteme gefunden hat, eröffnet einem Umweltinformationssystem neue Möglichkeiten der Datenintegration. Neben der Konsolidierung der GIS-Datenverwaltung und einer Aufwertung der klassischen Fachinformationssysteme durch die Integration der Funktionalität der Geographischen Informationssysteme, eröffnet sich insbesondere für Umweltinformationssysteme die Chance, die bisher zu starke Eingrenzung eines potentiellen Nutzerkreises traditioneller GIS-Systeme zu überwinden (Storch 1998).

Weiterhin gehören zu den wichtigen Aspekten der „Offenheit“ eines Geographischen Informationssystems die Lauffähigkeit auf allen wesentlichen Hardwareplattformen sowie die Nutzung von verschiedenen Datenbanksystemen. Entscheidender jedoch ist die Möglichkeit, Softwareprodukte für unterschiedliche Anwendungen anzupassen. Angesichts der Tatsache, dass der wohl wertvollste Teil eines Geographischen Informationssystems die Daten sind, sind offengelegte Datenformate und Schnittstellen zum Datenaustausch derzeit wohl der wichtigste Aspekt der Offenheit eines Geographischen Informationssystems. Ziel von offenen Geographischen Informationssystemen ist die Interoperabilität, also eine gemeinsame Nutzung von Datenbeständen durch verschiedene Anwendungen. Im Vordergrund stehen dabei nicht nur GIS-Anwendungen sondern beliebig andere (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Statistik etc.). Gerade die Einbettung der offenen GIS-Systeme in bereits bestehende DV-Landschaften ist wünschenswert. Hier sind die Hersteller angesprochen, die durch entsprechende Produktentwicklung die teilweise sehr verschiedenen Standards der verteilten Datenverarbeitung (Distributed Computing Platform, z.B. SQL, CORBA) bedienen müssen (Werner 1999). Unter dem Begriff OpenGIS sind also Bemühungen eines internationalen Konsortiums zu verstehen, das zu einer Standardisierung von Schnittstellen und Zugriffsmechanismen beitragen soll. Durch die Komponententechnologie werden etliche Probleme gelöst, einige bleiben aber auch bestehen bzw. kommen hinzu. Entscheidend ist, dass die Komponentensoftware keine maßgeschneiderte Lösung liefert, sondern eher eine Entwicklungsplattform darstellt. Anwendungsreife Lösungen müssen erst noch entwickelt werden (Timm et al. 1998).

Ähnliche Erfahrungen musste auch die Ökosystemforschung Wattenmeer und das WATiS-Team machen. Das WATiS wurde für die Datenspeicherung und -aufbereitung im Rahmen des bei der GKSS angesiedelten Projektes „Thematische Kartierung und Sensitivitätsraster im deutschen Wattenmeer“ ab 1987 entwickelt. Dabei entstand ein Konzept, das den An-

spruch hatte, auf andere Projekte im Wattenmeer und auch auf andere Biosphärenreservate übertragbar zu sein (v. Bernem et al. 1994). Betrachtet man die Konzeption und im Vergleich dazu die am Ende der Ökosystemforschung erreichte Ausgestaltung des Wattenmeer-informationssystems, muss man feststellen, dass eine Reihe der gesteckten Ziele nicht erreicht wurden. Dabei sind die Defizite weniger in der Konzeption des Wattenmeerinformationssystems zusehen. Diese war zu Beginn der Ökosystemforschung Wattenmeer innovativ und richtungsweisend, vor allem im Bereich der Metadatenhaltung, des föderativen Konzeptansatzes und der Verteilung der Aufgaben im Sinne der Komponententechnologie. Die Defizite sind vor allem in technischer, operationeller und methodischer Art zu sehen.

So setzte die für den Aufbau des WATiS verwendete Hard- und Software eine intensive Einweisung nicht nur für alle potentiellen Nutzer, sondern insbesondere auch für diejenigen, die für die Dateneingabe in das System zuständig waren, voraus. Die Einarbeitung in das System wurde dadurch erschwert, dass sich die Systemumgebung deutlich von den bekannten Strukturen der MS/DOS¹¹/ WINDOWS- und UNIX-Welt¹² unterschied. Auch der Aufwand von der Strukturierung der Daten der einzelnen Teilprojekte für eine relationale Datenbank bis zur endgültigen Speicherung (Einladen) der Daten in die WADABA ist von vielen unterschätzt worden (siehe Kap. 7.5.3). Hinzu kamen Schwierigkeiten in der Datenfernübertragung, so dass die Datenein- und -ausgabemöglichkeiten über das Netzwerk nur sehr begrenzt genutzt werden konnten. In Schleswig-Holstein z.B. wurde wegen der technischen, aber auch organisatorischen Schwierigkeiten ein Online-Zugriff auf die zentrale Datenbank erst 1994 möglich (Kohlus 1997).

Dass das Konzept nach mehrjähriger Vorlauf noch nicht voll umgesetzt werden konnte, lag auch daran, dass zu wenig Personal für die praktische Entwicklungsarbeit zur Verfügung stand. Gerade in der Anfangsphase ist ein erheblicher Mehraufwand zu leisten, um Strukturen, Abläufe und Funktionalitäten auf eine sichere Plattform zu stellen. Softwarelösungen von der „Stange“ sind für die Ansprüche eines großen Verbundvorhabens nicht zu haben. So musste ein Teil der Arbeiten über Studien- und Diplomarbeiten geleistet werden, was einer der Gründe dafür war, dass man anfangs als WATiS-Nutzer sich mit sehr vielen vom Betriebssystem aus zu bedienenden Modulen konfrontiert sah. Mangelnde personelle Ressourcen ist auch ein Grund, warum erkennbare und erkannte Mängel nur schleppend behoben und sinnvolle Ergänzungen nur sehr langsam realisiert wurden. Eines der wesentlichen Probleme des WATiS lag in der geringen bis fehlenden Akzeptanz des Systems bei den Nutzern aus der Ökosystemforschung Wattenmeer. Auch aus den Interviews (Kap.5.2.6) wurde dieser Umstand besonders deutlich. Die Gründe für diese überwiegend ablehnende Haltung sind vielfältig. Fehlende Nutzerfreundlichkeit durch erzwungene Nutzung einer „Großrechnerphilosophie“, das zur Ein- und Ausgabe von Daten erforderliche hohe Insider-

¹¹ Betriebssystem für Personal Computer (PC) aus dem Hause Microsoft

¹² Betriebssystem für Workstations und Mainframeanlagen (eher im universitären Bereich vertreten)

Wissen, ein während der Laufzeit der Ökosystemforschung zu kleiner Datenbestand „wegen zu spät eingegebener Daten“, umständlicher Datenaustausch wegen proprietärer Hard- und Softwareplattformen, sowie keine automatisierte Recherche und Ausgabemöglichkeit von raumbezogenen Daten (Karten) sind einige der Gründe, die zur Ablehnung des Systems führten (siehe Kap. 5.2.6 und Kap. 7). Erst die Umstellung der Hard- und Software auf eine Unix-Plattform, auf die Datenbank ORACLE und die Entwicklung einer graphischen Nutzeroberfläche mit Hilfe des World-Wide-Web (WWW) und JAVA stellen am Ende der Ökosystemforschung Wattenmeer ein ansprechendes Nutzerführungssystem und Informationsinstrument für andere Projekte dar (<http://w3g.gkss.de/lotse/out/one/java/MyMap.html>).

Der vom Umweltbundesamt geforderten und festgeschriebenen Pflicht, alle Daten aus den angewandten Teilen der Ökosystemforschung Wattenmeer in das WATiS einfließen zu lassen, ist zwar weitestgehend entsprochen worden, allerdings erst am Ende der Laufzeit der einzelnen Teilprojekte. Die meisten Datenerheber in der Ökosystemforschung hielten es für unwahrscheinlich, dass ihre Daten für andere von Nutzen sind, da die Interpretation nicht allein mit Hilfe der mitgelieferten Dokumentation, die oft nur soweit ging, dass sie den formalen Ansprüchen genügten, möglich ist, sondern das gesamte Hintergrundwissen des Datenorginators dazu benötigt wird. In vielen Fällen wurde auch bezweifelt, dass die zu ganz speziellen Themen erhobenen Daten in anderen Zusammenhängen verwendbar wären. Auch die an die Teilprojekte herangetragenen inhaltlichen Zusatzaufgaben, wie z.B. Zuarbeiten für das trilaterale Monitoring und Definitionen von Umweltqualitätszielen sowie die teilweise zeitaufwendige Überarbeitung bzw. Korrekturen der Daten führten zu einer gehäuften Datenübergabe am Ende der Laufzeit der Ökosystemforschung Wattenmeer. Eine Ergebnisintegration für die einzelnen Teilprojekte mit Hilfe des WATiS konnte also während der Laufzeit der Ökosystemforschung nur sehr eingeschränkt stattfinden. Da die Teilprojekte ihre Projektdaten selbst auswerteten und darstellten, gab es keine inhaltliche Motivation, ihre bereits dargestellten Daten nochmals für die Zwecke und Ziele von WATiS aufzubereiten (Kohlus 1997). Hinzu kommen noch „psychologische bzw. persönliche Gründe“ vieler Wissenschaftler, die ihre Daten erst selbst auswerten und dann der „Allgemeinheit“ zur Verfügung stellen wollten (siehe auch Kap.5). So fand das von Leuschner (1989) angedachte Integrationsinstrument WATiS in der laufenden Ökosystemforschung Wattenmeer keine große Berücksichtigung (siehe Kap. 8.6.3). Auch die Nutzung der GIS-Systeme wurde nur sporadisch und kaum von den Teilprojekten selbst, sondern von den lokalen GIS-Zentren in Tönning und Wilhelmshaven in erster Linie zur „Kartenherstellung“ eingesetzt. Erst mit der Synthesephase im Schleswig-Holsteinischen Teil wurden die analytischen Möglichkeiten des Geographischen Informationssystems für die Planungs-, Schutz- und Managementaufgaben eingesetzt. Die Gründe für den eingeschränkten Einsatz sind zum Teil datentechnischer Art, z.B. fehlende digitale Grundlagen in Schleswig-Holstein, z.T. inhaltlicher Art, kein flächenhafter Untersuchungsansatz in Niedersachsen oder keine Kenntnis der Einsatzmöglichkeiten von Geographischen Informationssystemen (siehe auch Kap. 5 und Kap. 7). Eine Akzeptanzerhöhung und die Nutzung als Integrationsinstrument hätte sich deutlich steigern lassen, wenn im Vorfeld der Ökosystemforschung Wattenmeer Erhebungen von Basisdaten für Geographische Informationssysteme möglich gewesen wären. Entscheidend für eine höhere

Akzeptanz ist die frühzeitige Bereitstellung von Daten und graphischen Aufbereitungen durch das Geographische Informationssystem (siehe Kapitel 9). Im Gegenzug können dann die durch die Teilprojekte aufbereiteten Daten in das Geographische Informationssystem eingespeist werden. Eine einseitige Datenlieferung durch die Teilprojekte, ohne konkrete Anwendbarkeit und Nutzung für diese, schafft keinerlei Akzeptanz der Nutzer gegenüber den datenverarbeitenden Instrumentarien.

Für die Erstellung der beiden Bände des Umweltatlanten Wattenmeer als dritte Teilaufgabe des WATiS (Leuschner 1989) konnten die Geographischen Informationssysteme als digitale Grundlage zur Erstellung der thematischen Karten genutzt werden.

Im Gegensatz zu der zentralen Datenbank erwuchsen mit dem Aufbau der lokalen Geographischen Informationssysteme innerhalb der Ökosystemforschung Wattenmeer für die beiden Nationalparkbehörden ausgezeichnete Möglichkeiten für den operationellen Einsatz hinsichtlich ihrer Planungs-, Verwaltungs-, Schutz- und Managementaufgaben. So nutzten die Nationalparkbehörden das GIS auch schon während der Laufzeit der Ökosystemforschung Wattenmeer zur Erfassung und Darstellung von Daten aus Artenerfassungen und weiterer Kartierungen aus dem Bereich des Nationalparks. Derzeitig planen beide Nationalparkbehörden den Aufbau und Betrieb von Fachinformationssystemen, die über ein Netzwerk den einzelnen Sachbearbeitern die gesamten raumbezogenen Fachinformationen mit Hilfe von Visualisierungstools für ihre Arbeit zur Verfügung stellen. Ohne Ökosystemforschung Wattenmeer wäre der Aufbau und Betrieb dieser Informationssysteme wesentlich langsamer vonstatten gegangen.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass während der Laufzeit der Ökosystemforschung Wattenmeer weder WATiS noch die Geographischen Informationssysteme die Ihnen in den Konzeptionen der Ökosystemforschung Wattenmeer zugedachte Rolle als Integrationsinstrumente erfüllen konnten. Lediglich der Einsatz des Geographischen Informationssystems in der schleswig-holsteinischen Teilsynthese kam dem vorgesehenen Einsatzzweck nahe. Konzeption und Einsatz bzw. konkreter Nutzen des Wattenmeerinformationssystems für und in der Ökosystemforschung Wattenmeer wichen weit voneinander ab. Dies ist um so bedauerlicher als die Konzeption dieses Informationssystems mit der Idee einer föderativen Datenhaltung, auch der raumbedeutsamen (geometrischen) Daten, mit dem Ansatz des Komponenteneinsatzes und der Metadatenhaltung neu, innovativ und richtungsweisend war. Viele der heute eingesetzten Datenbanken und Systeme bauen auf ähnlichen Konzepten auf und setzen die Strukturen und Techniken zur Daten- und Informationsvermittlung ein. Hier ist eine Möglichkeit nicht genutzt bzw. verspielt worden, die mit einem konsequenteren Einsatz von Ressourcen, auch von Seiten der GKSS, ein richtungsweisendes, operationell einzusetzendes Informationsverbundsystem für die deutschen Küstenländer hätte werden können.

Möglicherweise werden sich im Laufe der Zeit die in WATiS vorgehaltenen Daten und Informationen für die Zwecke anderer Forschungsprogramme an der Küste als wichtig erweisen. Denkbar ist in diesem Zusammenhang der Einsatz des WATiS im Rahmen von Monitoringprogrammen, die für das Wattenmeer und die Nordsee eingesetzt werden sollen.

8.9 Projektevaluation

Interdisziplinäre Verbundvorhaben zur Beantwortung der großen umweltbezogenen Fragen der Gegenwart stellen besondere Anforderungen an Organisation und Koordinierung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit (Fränzle & Daschkeit 1997). Die Frage, wie diese Forschung angemessen evaluiert werden kann, gewinnt dabei an Bedeutung. Eine Evaluation interdisziplinärer Verbundvorhaben empfiehlt sich während verschiedener Projektphasen, um die Effektivität der Zusammenarbeit und deren „Erfolg“ besser beurteilen zu können. Bisher gibt es aber wenige Erfahrungsberichte zu dieser Frage, an die sich die Organisatoren oder Geldgeber großer Verbundvorhaben orientieren können. Ein kritischer Punkt solcher Evaluationen ist das Aufstellen adäquater Kriterien als Grundlage einer Evaluierung.

Eine projektinterne Evaluierung des Ablaufs wurde in der Ökosystemforschung Berchtesgaden durchgeführt (siehe Kerner et al. 1991, Teil D „Kritische Würdigung und Empfehlungen“). Dies geschah allerdings ohne vorher festgelegte Kriterien. Ähnliches gilt für die hier vorgestellte retrospektive Betrachtung der Ökosystemforschung Wattenmeer. Auch hier fehlt ein mit der Konzeption oder zu Beginn des Verbundvorhabens erstellter Kriterienkatalog, auf den sich eine Bewertung hätte stützen können.

Ein für eine Evaluierung zukünftiger interdisziplinärer Verbundvorhaben geeigneter Kriterienkatalog ist aus Arbeiten des Schweizerischen Schwerpunktprogramms Umwelt (SPPU) hervorgegangen und kürzlich publiziert worden (Häberli & Grossenbacher 1999). Eine Anwendung und Diskussion dieser Kriterien auf die Ökosystemforschung Wattenmeer war nicht mehr möglich.

Eine Orientierung zukünftiger Forschungsvorhaben an diesem Kriterienkatalog zur Evaluation inter- und transdisziplinärer Verbundvorhaben könnte eine Grundlage für standardisierte Kriterien werden. Eine Einigung auf einen solchen Katalog würde eine Bewertung des „Erfolgs“ interdisziplinärer Forschung erleichtern und ggf. auch einen Vergleich verschiedener Verbundvorhaben erlauben. Nach Ansicht von Häberli & Grossenbacher (1999) wird die Durchführung einer Evaluation dann erheblich erleichtert, wenn man sich bereits zu Beginn eines interdisziplinären Forschungsvorhabens auf einen Kriterienkatalog einigt. Spätestens mit Beginn des Forschungsprogramms sollte auch festgelegt sein, wer an der Evaluation beteiligt wird. Diese Gruppe sollte sich aus einer aus dem Projekt gebildeten Experten-Gruppe, der Projektleitung und externen wissenschaftlichen Gutachtern (z. B. einem Beirat, siehe 9.2.3) zusammensetzen. Des weiteren empfehlen Häberli & Grossenbacher (1999), festzulegen, wer für die Evaluation welcher Aspekte herangezogen wird, da es nicht notwendig ist, dass jeder alles beurteilt. Beispielsweise kann die Einhaltung formaler Anforderungen an ein interdisziplinäres Verbundvorhaben durch ein Sekretariat bewertet werden oder die Projektleitung evaluiert bestimmte Aspekte aus der Arbeit der Teilprojekte.

Das Schema einer Projektevaluation nach den Vorschlägen von Häberli & Grossenbacher (1999) ist in einer Übersicht in Tabelle 8.2 aufgeführt. Der von ihnen vorgeschlagenen umfangreiche Kriterienkatalog zur Bewertung der Teilprojekte und des Gesamtprojektes ist in Anhang 11.8 aufgelistet. Die in Kurzform in der Tabelle 8.2 vorgestellten Punkte sind Teil einer mehrstufigen Bewertung, die bereits bei der Antragstellung beginnt und nach mehreren

Zwischenevaluationen eine Abschlussbewertung des Verbundvorhabens vorsieht. In einem weiteren Bewertungsschritt etwa 3-5 Jahren nach Abschluss der Untersuchungen soll der sogenannte „Impakt“ der Forschung untersucht werden. Bei diesem Schritt wird beurteilt, inwieweit die durchgeführte Forschung die erwünschte Wirkung in Wissenschaft und Gesellschaft zeigt, also ob die Resultate aufgenommen und umgesetzt wurden.

Als wesentlich scheint die Berücksichtigung der Rubrik „Sanktionen“. Sie können ggf. bei einem Aufdecken fehlender Kooperation der Teilprojekte bei den Zwischenevaluationen zu einem Weiterführen der Arbeiten unter Vorbehalt oder gar zu einem Abbruch der Arbeiten führen. Dieses Mandat sollte man nach Häberli & Grossenbacher (1999) einer Evaluierungskommission einräumen.

Tabelle 8.2: Beispiel eines möglichen Ablaufs einer Projektevaluation in einem interdisziplinären Verbundvorhaben

	Antragsevaluation	Zwischenevaluationen			Schlussevaluation	Impakt
		Überprüfen, ob das Verbundvorhaben und die Teilprojekte operativ sind	Überprüfen, ob das Verbundvorhaben und die Teilprojekte produktiv sind	Überprüfen, ob das Verbundvorhaben und die Teilprojekte ihre Ziele und Resultate/Produkte*) erreichen		
Was ist das Ziel der Evaluation?	Begutachtung des Verbundvorhaben und Auswahl der zu fördernden Teilprojekte				Überprüfen, ob die Projekte erfolgreich waren und ihre Ziele erreicht haben	Überprüfen, ob die Forschung die erwünschten Wirkungen hat
Worauf liegt das Schwergewicht?	Formale Anforderungen					
	Inhalt/Ziele		Inhalt/Ziele	Resultate/Produkte	Resultate/Produkte	
	Integration/Synthesebildung	Integration/Synthesebildung				
	Wissenschaftlichkeit		Wissenschaftlichkeit			
	Wissens- und Technologietransfer		Wissens- und Technologietransfer	Wissens- und Technologietransfer	Wissens- und Technologietransfer	Wirkung in Wissenschaft u. Gesellschaft (z.B. Bevölkerung, Wirtschaft, Politik)
	Projektorganisation/ Projektmanagement	Organisation gegen innen und außen			Qualifizierung	
Sanktionen	Ablehnung oder Aufforderung zur Überarbeitung	Weiterführung unter Vorbehalt	Abbruch od. Weiterführung unter Vorbehalt	Abschluss unter Vorbehalt	Vorbehalt für künftige Verbundvorhaben	Konsequenzen für Gestaltung der Forschungsförderung
Wann wird evaluiert?	bei der Antragstellung	1. nach 6 Monaten	2. ca. in der Mitte	3. mind. 6 Monate vor Schluss	ca. 6 Monate nach Vorhabenabschluss	ca. 3-5 Jahre nach Vorhabenabschluss

*) Resultat, Produkt: Mit Resultaten sind die Ergebnisse des Forschungsprozesses gemeint. Unter dem Begriff Produkt werden alle diejenigen Dinge verstanden, die speziell für die Anwender entwickelt und gestaltet wurden (z.B. Handbücher, Geräte, Kurs, Programm, Wandausstellung); diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie in der Praxis eingesetzt werden können. Publikationen u.ä., die ausschließlich der Verbreitung der Resultate dienen, werden nicht unter den Begriff „Produkt“ gefasst, sondern separat erfasst und evaluiert (Tabelle leicht verändert nach Häberli & Grossenbacher 1999).

8.10 „Schlussbetrachtung“

In den vorangegangenen Kapiteln 8.1-8.8 wurde die Leistungsfähigkeit der Ökosystemforschung Wattenmeer als Methode der Umweltforschung diskutiert und dargelegt. Es wurden gleichermaßen das Verhältnis Disziplinarität zu Interdisziplinarität, die wissenschaftlichen Resultate, das Systemverständnis, die „Verwertbarkeit“ wissenschaftlicher Ergebnisse für Umweltplanung und -politik, Synthese, wie auch die Rolle des Projektmanagements für den erfolgreichen Verlauf der Ökosystemforschung Wattenmeer angesprochen. Art und Weise einer Projektorganisation sind mitentscheidend darüber, ob interdisziplinäres Arbeiten, gemeinsame Modellierungsansätze sowie eine Synthese erfolgreich sind. Sie beeinflusst auch den Umfang des im Vorhaben erzielten Sondernutzens. Dabei wurde interdisziplinäre Zusammenarbeit in einer Verbundforschung als Voraussetzung postuliert, diesen Sondernutzen zu erreichen. Dieser Sondernutzen wurde in der Ökosystemforschung Wattenmeer vorrangig in den Bereichen Systemverständnis sowie umsetzungsorientierte Erarbeitung von Ergebnissen zur Nutzung durch Fachplanung und Umweltpolitik erwartet und auch erzielt.

Auch die wissenschaftlichen Resultate geben ein überzeugendes Beispiel von der Leistungsfähigkeit interdisziplinärer Verbundforschung, wie der Ökosystemforschung Wattenmeer. Eine Auseinandersetzung mit den wissenschaftlichen Ergebnissen und deren Bewertung ist im Band 1 des Gesamtabschlußberichtes erfolgt. (siehe Farke & Liebezeit 1999). Die dort dokumentierten Fortschritte im Verständnis des Ökosystems Wattenmeer und des Systems Natur-Mensch der Wattenmeerregion sind erst durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen in den einzelnen Projekt- und Synthesephasen möglich geworden. Dies wird auch durch die Einschätzung der beteiligten Wissenschaftler der Ökosystemforschung Wattenmeer unterlegt, die äußerten, dass das Verständnis für ausgewählte Funktionen und Prozesse bzw. für Teilbereiche des Systems in einem Maße verbessert wurde, wie es Einzelprojekte nicht hätten leisten können. Dabei haben für die Erweiterung des Systemverständnisses die Auseinandersetzung mit Ökosystemtheorien und die Entwicklung und der Einsatz von Modellen eine wichtige Rolle gespielt. Gleichwohl hatten die eingesetzten Modelle in der Ökosystemforschung Wattenmeer nicht den beabsichtigten integrativen Effekt. Auch hier gab es ähnlich wie im eingesetzten datenverarbeitenden Instrumentarium Vorbehalte und Akzeptanzprobleme gegenüber den Modellen. Geographische Informationssysteme und das Wattenmeerinformationssystem zeigten wenig von der beabsichtigten integrierenden Wirkung für das Verbundvorhaben. Die Vorbehalte der Wissenschaftler gegenüber den informationstechnischen Instrumentarien war groß. Mangelnde Einsatzfähigkeit, zu wenig verfügbare Daten, Schwierige technische Abfragemöglichkeiten des zentralen Datenbestandes und Unkenntnis über die Einsatzmöglichkeiten sind einige der Gründe für die fehlende Akzeptanz gegenüber diesen Instrumenten. Ein Dilemma ist sicherlich zwischen dem Anspruch einer Langfristspeicherung und der Ansicht der Wissenschaftler zu sehen, dass Daten aus der Ökosystemforschung nur eine zeitlich begrenzte Aussagekraft haben, somit ihrer Meinung auch wenig sinnvoll für eine langfristige Speicherung sind. Deutliche Abstriche mussten bei den Geographischen Informationssystemen zwischen Konzeption und konkretem Einsatz gemacht werden. Nicht auf die Geo-

graphischen Informationssysteme abgestimmte Forschungsansätze, unzureichende personelle Ausstattung hinsichtlich der Servicefunktion, fehlende digitale Basisdaten vor allem am Anfang der Ökosystemforschung führten dazu, dass erst am Ende des Projektes eine Nutzung der Datenbestände stattfinden konnte.

Die Koordinierung und Integration in interdisziplinären Verbundvorhaben kann durch sehr unterschiedliche Instrumente erfolgen. In der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden Integrations- und Koordinierungsinstrumente in verschiedenen Kombinationen von der Steuergruppe eingesetzt.

Die Auseinandersetzung mit den Problemen der interdisziplinärer Zusammenarbeit und die Überwindung dieser ist in der Ökosystemforschung Wattenmeer überwiegend gelungen. Einen ganz wesentlichen Beitrag leisteten hier die Steuergruppen. Durch ihre koordinierenden und inhaltlichen Arbeiten im Rahmen des Projektmanagements haben sie die interdisziplinären Ziele immer wieder in den Vordergrund gerückt sowie durch geeignete Organisationsformen die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftlern immer wieder angestoßen. Die Einrichtung der Steuergruppen als Projektsteuerungsinstanz für das Vorhaben und deren Ansiedlung in den Nationalparkbehörden haben für die Verwertung der erbrachten wissenschaftlichen Ergebnisse positive Auswirkungen gezeigt. Die Vielzahl der publizierten Beiträge und Broschüren, die veröffentlichten Synthese- und Abschlußberichte, die beiden Wattenmeeratlanten und nicht zuletzt auch der schleswig-holsteinische Synthesebericht als wissenschaftliche Grundlage für einen Nationalparkplan sind beredter Ausdruck einer Ökosystemforschung, die neben der Erlangung eines grundlegenden Verständnisses der Funktionsweise des Mensch-Umwelt Systems auch der Erarbeitung von Instrumentarien zur Verwirklichung der langfristigen Schutz-, Planungs-, und Überwachungsaufgaben der beiden Nationalparkbehörden diente. Ablauf und Durchführung dieses Verbundvorhabens Ökosystemforschung Wattenmeer und die erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse sowie die daraus resultierenden Erkenntnisse für den Naturraum Wattenmeer, für Umweltplanung und Umweltpolitik zeigen, dass sich Ökosystemforschung als Methode der Umweltforschung bewährt hat.

Dennoch waren auch klare Defizite z.B. in der Öffentlichkeitsarbeit, in den einzelnen Projektphasen, im Wechselspiel zwischen den vier Teilvorhaben zu erkennen und festzustellen. Aus diesem Grund wurden aus den im Vorhaben gemachten Erfahrungen, positiver wie auch negativer Art, Empfehlungen abgeleitet, die für zukünftige Verbundforschungsprojekte hilfreich sein können. Diese werden im Kapitel 9 wiedergegeben.

9 Empfehlungen für die Durchführung zukünftiger interdisziplinärer Verbundvorhaben

Maren Kaiser, Thilo Mages-Dellé, Rolf Oeschger

In der Ökosystemforschung Wattenmeer wurden umfangreiche Erfahrungen in einem interdisziplinären Verbundvorhaben gesammelt. Aus deren Auswertung lassen sich vielfältige Empfehlungen für nachfolgende Vorhaben ableiten. Die Empfehlungen basieren auf den durchgeführten Interviews (Kap. 5), der in Kapitel 8 erfolgten Bewertung der Ökosystemforschung Wattenmeer als Methode der Umweltforschung sowie den Einschätzungen der Gesamtsynthesegruppe. Den Autoren ist bewusst, dass der Realisierung einiger dieser Empfehlungen förderpolitische Schwerpunkte und Rahmenbedingungen entgegenstehen. Die Realisierungschancen hängen außerdem von den jeweiligen aktuellen Gegebenheiten ab, sind somit nicht vorhersehbar und werden daher nicht diskutiert.

Nachfolgend werden vorrangig Aspekte interdisziplinärer Vorhaben mit einem hohen Anteil ökosystemarer Feldforschung beleuchtet. Dabei besteht nicht der Anspruch, einen kompletten Leitfaden für Verbundvorhaben zu entwickeln, der jeden einzelnen Schritt der Projektgestaltung und -durchführung umfasst.

9.1 Projektphasen

9.1.1 Projektplanung

Ein interdisziplinäres Verbundvorhaben benötigt eine intensive Planung, die unter Beteiligung der Steuergruppe (siehe Kap. 9.2.1) und unter Hinzuziehung externen wissenschaftlichen Sachverständigen erfolgen sollte. In einer solchen Konzeption sollten bereits anhand der zentralen Ziele und Fragestellungen (Leitfragen) und des theoretischen Überbaus konkrete Vorstellungen über die Aufgaben der Teilprojekte und ihre Vernetzung durch Arbeitsgruppen entwickelt werden. Darüber hinaus sollte die Konzeption einen Zeitplan für die Abfolge der einzelnen Forschungsschritte und Projektphasen einschließlich der Synthese umfassen.

Die konkrete Auswahl der zu beteiligenden Disziplinen bzw. Teilprojekte sollte anhand einer von der Projektleitung bzw. Steuergruppe vorgegebenen Leistungsbeschreibung und einer entsprechenden Ausschreibung erfolgen, um zu gewährleisten, dass sie ausschließlich nach inhaltlichen Kriterien erfolgt.

Die detaillierte Planung der Arbeiten in den Teilprojekten durch die Teilprojektleiter und -bearbeiter sollte in enger Rückkopplung mit der Steuergruppe erfolgen (siehe Kap. 9.2.1). Bei der Erarbeitung der Fragestellungen kann es von Vorteil sein, bereits Modellierer einzubeziehen, da sie Hilfestellung bei der Analyse des vorhandenen Systemverständnisses und dem Aufzeigen von Forschungslücken leisten können. Bei der Arbeitsplanung der Teilprojekte sollte ausreichend Zeit für die Teilnahme an den in einem Verbundvorhaben erforderli-

chen projektinternen Veranstaltungen (Arbeitsgruppentreffen, Seminare, Schulungen, Vollversammlungen etc.) eingeplant werden.

9.1.2 Anlaufphase

Für den Beginn des eigentlichen Vorhabens sollte eine gestaffelte Anlaufphase vorgesehen werden. Es empfiehlt sich, zunächst Serviceprojekte wie z.B. GIS, Datenhaltung und -verarbeitung, Statistik, Modellierung und Logistik zu etablieren.

In einem zweiten Schritt sollten die erforderlichen Grundlagenkartierungen durchgeführt werden. Die Darstellung dieser Ergebnisse in Form von Karten mit Hilfe des GIS ist eine wichtige Grundlage für die Auswahl von Probenahmegebieten und Untersuchungsflächen für die nachfolgenden Teilprojekte. Diese Daten erleichtern die Auswahl repräsentativer Untersuchungsflächen und die Gebietsauswahl für experimentell arbeitende Teilprojekte. Damit verbessern sich u.a. die Chancen, Ergebnisse zu interpolieren und auf andere Gebiete zu übertragen.

In dieser Phase sollte auch ein Vorlauf für die übrigen Teilprojekte, die spezielle Felderhebungen, Kartierungen zu Bestandsveränderungen und Experimente durchführen, beginnen. Er kann z.B. der weiteren Präzisierung der zu bearbeitenden Fragestellungen, der Entwicklung und Erprobung von Untersuchungsmethoden sowie der Überprüfung der Auswahl des Untersuchungsgebietes dienen. Dies sollte ebenfalls in Zusammenarbeit mit den Modellieren und Statistikern sowie unter Einbeziehung der theoretischen Ökologie erfolgen. Wünschenswert wäre das Angebot eines statistischen und theoretischen Consultings sowie von Schulungen in theoretischer Ökologie und Grundzügen der Modellierung.

Durch Arbeitsgruppen, Seminare und Vollversammlungen sollte bereits in dieser Phase die Zusammenarbeit der Teilprojekte beginnen. Hierzu gehören die Methodenabstimmung zwischen den Teilprojekten, die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache der verschiedenen beteiligten Disziplinen und die Einübung der interdisziplinären Zusammenarbeit.

9.1.3 Hauptuntersuchungsphase

Die Laufzeit der einzelnen Teilprojekte in der Hauptuntersuchungsphase sollte an die zu bearbeitenden Fragestellungen, insbesondere die zeitliche Skalierung der jeweiligen untersuchten Prozesse, angepasst werden.

Die Datenerhebung sollte - soweit möglich - mit einem identischen Raum- und Zeitbezug und einer einheitlichen räumlichen und zeitlichen Skalierung der Untersuchungen erfolgen, um aufeinander beziehbare Ergebnisse zu erhalten.

9.1.4 Auswertungsphase

Für alle Teilprojekte ist im Anschluss an die Datenerhebung eine ausreichend bemessene Auswertungsphase vorzusehen. Dabei sollte sichergestellt werden, dass in dieser Phase die Felderhebungen vollständig abgeschlossen sind. Für eine anschließende Synthesephase sollten die Ergebnisse aller Teilprojekte vollständig vorliegen und in einem harmonisierten

Datenformat aufbereitet sein, so dass ggf. weitere Auswertungen möglich sind. In die Auswertungsphase der Teilprojekte sollten bereits erste Schritte zu einer Synthese, z. B. innerhalb abgegrenzter Themenkomplexe erfolgen (siehe Kap. 9.1.5). Insbesondere sollten die Teilprojektabschlußberichte sogenannte Projektkennblätter enthalten, in denen die Ergebnisse zusammengefasst und im Hinblick auf die übergeordneten Ziele und Leitfragen des Verbundvorhabens bereits bewertet sind.

9.1.5 Synthese

Allgemeines

Grundsätzlich sollte sich die Dauer und personelle Ausstattung einer Synthese an der Größe eines Verbundvorhabens orientieren. Bei kleineren Vorhaben lässt sich eine abschließende Synthese ohne Zwischenschritte durchführen. Dagegen empfiehlt es sich, bei umfangreichen Verbundvorhaben mit einem breiten Spektrum an Fragestellungen und Disziplinen, eine stufenweise Synthese durchzuführen, die zunächst unterteilt in thematische Blöcke beginnt. Erst eine solche schrittweise Verdichtung der Informations- und Datenfülle gewährleistet eine integrative Auswertung und die Darstellung der Ergebnisse der Synthese in einem überschaubaren Rahmen.

Eine möglichst detaillierte Planung, die vor und zu Beginn des Vorhabens erfolgen sollte (siehe Kap. 9.1.1), erleichtert nicht nur die Durchführung der Teilprojekte, sondern auch die Synthese. Deshalb empfiehlt es sich bereits bei der Planung der Teilprojekte so weit wie möglich, definierte Anforderungen an den erwarteten Synthesebeitrag zu formulieren. Ein kurz nach Beginn des Vorhabens durchgeführter Workshop zur Vorstellung und Präzisierung der Leitfragen des Vorhabens orientiert die Teilprojektbearbeiter frühestmöglich auf die gemeinsamen Ziele und die abschließende Synthesephase.

Zu Beginn einer Synthese empfiehlt sich ein Abgleich der ursprünglichen Vorhabensziele mit den nach der Auswertungsphase vorgefundenen Ergebnissen. Nach dieser Überprüfung ist es ggf. erforderlich die Syntheseziele abzuändern und anzupassen.

Unterteilung der Synthesephasen

Bei großen Verbundvorhaben empfiehlt es sich, in einem ersten Syntheseschritt die Teilprojektergebnisse in thematischen Blöcken zu bearbeiten.

Nach Vorlage dieser Berichte sollte in weiteren Schritten die abschließende Synthese erfolgen (dies entspricht der Gesamtsynthese in der Ökosystemforschung Wattenmeer). Auf dieser Stufe werden die Ergebnisse der vorangegangenen Syntheseschritte, Bewertungen und daraus hervorgehenden sektoralen Maßnahmenvorschläge und Empfehlungen themenübergreifend in einer integrierenden, ökosystemaren Darstellung zusammengeführt. Dies kann die Überprüfung von Modellvorstellungen und Hypothesen, die Erarbeitung ökosystemarer Bewertungsverfahren sowie die Entwicklung von umfassenden Grundlagen für die Umweltplanung und Maßnahmen für den Umweltschutz beinhalten.

Mitarbeiter der Synthese

Es empfiehlt sich, für die Synthesearbeiten vorzugsweise Mitglieder der Steuergruppe, die Leiter der Arbeitsgruppen oder Teilprojektbearbeiter heranzuziehen. Für einen optimalen Erfolg der Synthese eines interdisziplinären Verbundprojektes würden idealerweise also einige der Synthesebearbeiter durchgehend von der inhaltlichen Konzeption des Verbundvorhabens, über die Beteiligung an der Planungsphase und die Mitarbeit in der Steuergruppe oder in einem Teilprojekt, bis zur abschließenden Synthese an den Arbeiten beteiligt sein. Darüber hinaus empfiehlt es sich, entsprechend den Schwerpunkten der Synthese ggf. Fachleute aus weiteren Disziplinen in die unterschiedlichen Phasen einzubeziehen.

Wünschenswert für einen möglichst reibungslosen Ablauf der Arbeiten der Synthesegruppe wäre die Berufung eines Synthesesprechers / Gesamtverantwortlichen (vergleichbar der Funktion des Projektsprechers für das Gesamtprojekt, siehe Kap. 9.2.1), der die Arbeiten leitet und integrierend begleitet.

Datenformat

Mit Beginn der Synthese sollten die Ergebnisse aller Teilprojekte vollständig und in einem harmonisierten Datenformat vorliegen (siehe Kap. 9.1.4), so dass bei Bedarf weitere Auswertungen durch die Synthesegruppe ohne zusätzlichen großen Zeitaufwand möglich sind.

Arbeitsweise

Eine Synthesegruppe sollte einen gemeinsamen Arbeitssitz haben. Es empfiehlt sich ein Informationsaustausch durch regelmäßige Arbeitstreffen in kürzeren Abständen zur Besprechung und Abstimmung organisatorischer Arbeitsschritte. Darüber hinaus sollten regelmäßige Klausurtagungen zur Erörterung inhaltlicher Fragen und Fachdiskussionen durchgeführt werden.

Bei einer größeren Synthesegruppe bietet sich die Einrichtung von thematischen Untergruppen zu verschiedenen Schwerpunkten an.

Wie in Kapitel 9.6 aufgeführt, empfiehlt es sich auch für die Synthesephase Mittel vorzuhalten, um ggf. definierte Fragestellungen durch ehemalige Mitarbeiter des Vorhabens und externe Experten bearbeiten zu lassen oder Beratungen einzuholen (z.B. als Interpretationshilfe bestimmter Phänomene).

9.2 Projektstrukturen

9.2.1 Projektleitung/Steuergruppe

Die Aufgaben der Projektleitung sollten folgendes umfassen: die wissenschaftliche Leitung und Koordinierung des Projektes, die kontinuierliche Information der Mittelgeber über den Projektverlauf sowie die Vertretung des Projektes gegenüber dem Mittelgeber, anderen wissenschaftlichen Einrichtungen, Behörden, Ministerien und in der Öffentlichkeit. Ein einziger gesamtverantwortlicher Projektsprecher sollte das Projekt nach außen und gegenüber

dem Projektträger vertreten. Die Aufgaben der Projektleitung können von einer Steuergruppe übernommen werden. Dies empfiehlt sich insbesondere bei größeren Verbundvorhaben. In jedem Fall sollten Projektleitung bzw. Steuergruppe uneingeschränkt für diese Aufgaben zur Verfügung stehen.

Der Sitz einer Steuergruppe sollte sich je nach Schwerpunkt des Verbundvorhabens - eher grundlagenorientiert oder angewandt - entweder in einer wissenschaftlichen Einrichtung oder in der entsprechenden für die Umweltplanung des jeweiligen Untersuchungsgebietes zuständigen Behörde befinden. Ist der Sitz der Steuergruppe eine Behörde, empfiehlt es sich, ihren Status innerhalb der Verwaltungshierarchie und ihre Einbindung in Behördenaufgaben eindeutig festzulegen. Erfolgt eine Einbindung in stärkerem Maße, ist eine entsprechend größere personelle Ausstattung der Steuergruppe erforderlich.

Umfasst ein Verbundvorhaben auch angewandte Fragestellungen, so sollte die Steuergruppe als Schnittstelle zu entsprechenden Behörden fungieren. Dies bedeutet, praxisnahe Anforderungen aus Umweltplanung und Politik den Teilprojektbearbeitern zu vermitteln, kontinuierlich für eine umsetzungsorientierte Erarbeitung von Ergebnissen und ggf. schon während des laufenden Vorhabens für eine Bereitstellung der Ergebnisse zur Umsetzung in Verwaltungshandeln zu sorgen. Hierbei könnten stärker integrierend angelegte Teilprojekte hilfreich sein.

Die Aufgaben der Steuergruppe sollten des weiteren die konzeptionelle Weiterentwicklung des Verbundvorhabens sowie die Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit umfassen. Bei großem Gewicht auf der Weiterentwicklung von Ökosystemtheorien sollte auch diese Aufgabe von der Steuergruppe wahrgenommen werden, sofern nicht ein eigenes Teilprojekt hierfür vorgesehen ist. Weitere Aufgaben sind die kontinuierliche inhaltliche Betreuung der gebildeten Arbeitsgruppen, die Anpassung ihrer Zusammensetzung an inhaltliche Entwicklungen im Projekt und die Durchführung von Seminaren, Workshops und Vollversammlungen. Die Kommunikation der Steuergruppe mit den Teilprojektbearbeitern sollte z.B. durch die Teilnahme an Probennahmen, Besuche in den Instituten und Besprechungen mit den Mitarbeitern der einzelnen Teilprojekte zu Ablauf und möglichen Schwierigkeiten gefördert werden.

Zur kontinuierlichen Information der Öffentlichkeit über die Forschungsarbeiten ist eine allgemeinverständliche Aufbereitung der Ergebnisse erforderlich. Diese Aufgabe sollte von einem Wissenschaftler der Steuergruppe mit journalistischer Ausbildung wahrgenommen werden (siehe Kap. 9.3).

Aus dem beschriebenen Aufgabenprofil der Steuergruppe ergibt sich eine personelle Mindestbesetzung mit fünf Personen: zwei Wissenschaftler der wesentlichen im Projekt vertretenen Disziplinen, ein Mitarbeiter für Öffentlichkeitsarbeit sowie je eine Person für die organisatorische Koordination und für Sekretariatsaufgaben. Die Mitglieder der Steuergruppe sollten möglichst Erfahrungen in der Koordination von Verbundvorhaben besitzen. Wünschenswert sind außerdem Kenntnisse im professionellen Projektmanagement bzw. eine entsprechende Schulung der Steuergruppenmitglieder.

Von großem Vorteil ist eine personelle Kontinuität in der Steuergruppe von der Planung bis zum Abschluss des Verbundvorhabens. Zumindest ein bis zwei Mitarbeiter sollten über die gesamte Laufzeit, also von der Planung bis zur Synthese (siehe Kap. 9.1.1 und 9.1.5), verfügbar sein.

9.2.2 Teilprojekte und Arbeitsgruppen

Den Teilprojektleitern und -bearbeitern sollte bewusst sein, dass die Mitarbeit in einem Verbundvorhaben eine gewisse Unterordnung der persönlichen wissenschaftlichen Interessen unter die Ziele dieses Verbundvorhabens verlangt (siehe Kap. 9.1.1). Die Verantwortung für die Ausrichtung der Arbeiten in den Teilprojekten auf die übergeordneten Ziele des Verbundvorhabens liegt bei den Teilprojektleitern.

Die Teilprojektbearbeiter sollten zu jährlichen Berichten verpflichtet werden, in denen sie ihre Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten dokumentieren.

Die inhaltliche Vernetzung der Teilprojekte sollte über kontinuierliche thematische Arbeitsgruppen erfolgen. Die jeweiligen Arbeitsgruppensprecher sollten an den Treffen der anderen Arbeitsgruppen teilnehmen, um den Informationsfluss im Vorhaben zu fördern. Der allgemeine Informationsaustausch zwischen allen Teilprojekten kann auf Vollversammlungen erfolgen.

Eine Unterbringung aller am Verbundvorhaben beteiligten Wissenschaftler in möglichst großer räumlicher Nähe ist empfehlenswert.

9.2.3 Projektevaluation und Beirat

Für die Evaluation interdisziplinärer Verbundvorhaben gibt es bisher wenige Kriterien. Ein neuer Ansatz, allgemeingültige Evaluationskriterien abzuleiten, wird innerhalb des Schweizerischen Schwerpunktprogramm Umwelt (SPPU) diskutiert (Häberli & Grossenbacher 1999). Für zukünftige interdisziplinäre Verbundvorhaben wird empfohlen, sich an den umfangreichen Erfahrungen dieses Programms zu orientieren (siehe z. B. Roux 1997). Damit verbunden ist die Empfehlung, zu prüfen, ob der Kriterienkatalog (siehe Kapitel 8.9 und Anhang 11.8) auf die einzurichtenden interdisziplinären Verbundvorhaben anwendbar ist.

Außerdem empfiehlt es sich, bei einer Evaluation insbesondere Wert auf eine Überprüfung zu legen, inwieweit eine Vernetzung der Arbeiten der Teilprojekte erfolgt. Damit sollte die Möglichkeit verbunden sein, ggf. Teilprojekte zu beenden, die nicht kooperieren und entgegen der Planung keinen Beitrag zu den übergeordneten Vorhabenszielen leisten.

Für die kontinuierliche wissenschaftliche Begleitung eines interdisziplinären Verbundvorhabens wird die Einrichtung eines Beirates mit externen Experten empfohlen. Er sollte beratende Funktion haben und an der Projektentwicklung durch z.B. jährlich stattfindende Fachgespräche beteiligt werden.

9.3 Öffentlichkeitsarbeit und externe Kommunikation

Aufgaben der Öffentlichkeitsarbeit sollte sein, die Akzeptanz und die Transparenz der Forschung zu fördern. Hierzu gehört, die Ergebnisse interdisziplinärer Verbundvorhaben politischen und administrativen Entscheidungsträgern zu vermitteln, die Erstellung von Faltblättern, Broschüren, Ausstellungen sowie eine kontinuierliche Berichterstattung, z.B. mittels Pressemitteilungen. Diese Öffentlichkeitsarbeit sollte neben der Darstellung von Einzelergebnissen auch die in Verbundprojekten durchgeführte interdisziplinäre Zusammenarbeit einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machen. Dazu gehört eine adäquate Aufbereitung der Ergebnisse aus dem Verbundvorhaben, um sie für die Umweltbildungsarbeit, also z.B. Veranstaltungen in Schulen sowie Vorträgen zu Ausbildungs- und Fortbildungszwecken, nutzbar zu machen.

Neben den o.a. Faltblättern, Broschüren etc. sollte die Öffentlichkeitsarbeit weitere Wege für die Informationsvermittlung einsetzen. Hierzu zählt die werbewirksame Aufbereitung von wissenschaftlichen Ergebnissen. Kurze, knappe, fast schon werbungsartige Informationen sprechen andere Zielgruppen an, sind einfacher aufzunehmen und sollten deshalb verstärkt eingesetzt werden. Insbesondere der professionellen Aufarbeitung der Ergebnisse in populärwissenschaftlicher Form, die Präsentation in Medien wie Film, Video und Fernsehen, World-Wide-Web (WWW) und anderer Dienste des INTERNET, sollte ein größerer Stellenwert beigemessen werden. Wegen der großen Bedeutung der Öffentlichkeitsarbeit sollte, z.B. ein Wissenschaftler mit journalistischer Ausbildung, in der Steuergruppe eingesetzt werden (siehe Kap. 9.2.1).

In anwendungsorientierten Projekten mit planungsrelevanter Umsetzung von Ergebnissen empfiehlt es sich, in Zusammenarbeit mit der Verwaltung, ausreichende Informationen durch Vorträge und Diskussionsveranstaltungen den verschiedenen Nutzergruppen und Interessenverbänden zu vermitteln.

9.4 Datenverarbeitung

Sowohl für Datenaufnahme als auch für Auswertungen gilt, vor einer Umsetzung müssen die Ziele genau formuliert werden. Für den Bereich der Informationstechnik empfiehlt sich eine Bestandsanalyse, welche Strukturen und welche Möglichkeiten bereits vorhanden sind und was benötigt wird.

Verwendung und Ansprüche der einzusetzenden Instrumente (GIS, DBMS u.a.) sollten vorab geklärt sein. Grundvoraussetzung für künftige Projekte sollte ein lauffähiges und funktionierendes Datenverarbeitungssystem bereits vor dem eigentlichen Beginn des Projektes sein (s. Kap. 9.1.2).

Die personelle Ausstattung im informationstechnischen Bereich sollte ausreichend bemessen sein. Engpässe sind schnell erreicht, insbesondere wenn Serviceleistungen für andere Teilprojekte mit erbracht werden müssen. Von diesen zusätzlichen Leistungen muss wegen des verschiedenen Kenntnisstandes und des Engagements der Teilprojektmitarbeiter in der Informationstechnik (GIS, Datenbank, Modelle, u.a.) oder Statistik immer ausgegan-

gen werden. Auch für die informationstechnische Einweisung und Beratung der Mitarbeiter sollte entsprechende Zeit investiert werden.

Eine kontinuierliche Anpassung und Weiterentwicklung der eingesetzten Instrumente an Anforderungen aus dem Projekt und an den technischen Fortschritt sollte erfolgen.

9.4.1 Geographische Informationssysteme

Es sollte Zeit für notwendige Methodenentwicklung innerhalb der digitalen Kartographie berücksichtigt werden. Untersuchungsräume, die einer hohen Dynamik unterliegen, wie z.B. das Wattenmeer, beinhalten für analytische Untersuchungen im Raum extrem schwierige Ausgangssituationen. Nutzbare digitale Grundlagendaten über die Ausstattung des Raumes sollten schon vorhanden sein und nicht erst im Laufe des Projektes erhoben werden müssen. Untersuchungen bzw. raumbedeutsame Erhebungen von Daten sollten sich auf eine gemeinsame zeitlich-räumliche Basis beziehen. Dabei ist ebenfalls die Darstellung (Maßstäblichkeit) der einzelnen (Teil-) Untersuchungen zu berücksichtigen.

Ein GIS-System, das nur der Produktion von Karten dient, ist anders auszurichten und zu dimensionieren, als ein solches, das vielfältige Analyse- und Verschneidungsmöglichkeiten bietet und im Zusammenspiel mit Modellen arbeiten soll.

Verknüpfungen von kleinen und großen Maßstäben sind trotz Einsatz eines GIS-Instrumentariums schwer zu erreichen. Dabei ist auch noch zwischen der getreuen Wiedergabe des Untersuchungsraumes und dem Zweck der Übersicht zu unterscheiden. Empfehlenswert ist die Erstellung beider Darstellungsebenen. Die Effekte der Generalisierung und der Skalierung sollte möglichst schon bei der Konzeption der GIS nutzenden Projekte berücksichtigt werden.

Für Darstellungs- und Präsentationszwecke sollten geeignete Desktop-Publishing Programme (DTP) verwendet werden, die es gestatten, Karten oder Produkte graphisch zu gestalten und den jeweiligen Bedürfnissen anzupassen. Für Anforderungen, wie sie aus einer modernen Bürokommunikation erwachsen, sind geeignete Graphikprogramme mit Schnittstellen zu GIS und DTP vorzusehen. Um Wertzuweisungen zwischen Sachdaten und räumlichen Bezügen möglichst einfach vornehmen zu können, bietet sich ein relationales Datenbanksystem an.

9.4.2 Datenspeicherung/Datenhaltung

Die Datenspeicherung und Datenhaltung sollte grundsätzlich zentral erfolgen. Nur so wird eine konsistente und langfristige Datenverfügbarkeit gewährleistet. Ob es, wie in der Ökosystemforschung Wattenmeer ein zentrales relationales Datenbankmanagementsystem wie WATiS sein soll, in der neben den eigentlichen erhobenen Daten ebenfalls Datenbeschreibungen, sogenannte Metadaten abgespeichert wurden, ist von der Aufgabenstellung, den Zielen sowie den personellen und finanziellen Ressourcen abhängig.

Für Daten, die für längerfristige Zeiträume eine Aussagekraft besitzen und zum Beispiel für ein Monitoring relevant sind, empfiehlt es sich, neben der Datenebene auch eine Meta-datenebene mitzuführen, um die langfristige Nutzbarkeit der Daten sicherzustellen.

9.5 Modellierung

Die hier aufgeführten Empfehlungen resultieren aus den Ergebnissen einer Umfrage und der Durchführung einer Bewertung der Modelle aus der Ökosystemforschung Wattenmeer. Eine Zusammenfassung findet sich in Kapitel 6. Ausführlichere Informationen zu den Themen und modellspezifischen Empfehlungen können in Wirtz & Niesel (1999) nachgelesen werden.

Einbindung der Modellierung in die Projektplanung

Der Einsatz von Modellen sollte schon in die Planungsphase eines interdisziplinären Forschungsvorhabens eingebunden werden. Häufig bestehen in diesen frühen Phasen schon einfache mathematische Modelle, mit denen die Modellierer die ersten Modellsimulationen und Sensitivitätsanalysen durchführen können. Diese Verfahren ermöglichen Rückschlüsse auf die für die Fragestellung relevanten Prozesse. Ihre Ergebnisse können für die Auswahl und Ausrichtung von Einzelprojekten von Bedeutung sein.

Integration der Modelle in das Forschungsvorhaben durch die Steuergruppe

Aufgabe einer Steuergruppe sollte u. a. sein, die im Vorhaben durchgeführten Modellierungen zu integrieren. Hierzu können Arbeitsgruppen gebildet werden, die aus Modellierern und Modellnutzern (Feldforschern) bestehen, und die sich einerseits mit der Organisation der Datenerhebung (Wahl der Maßeinheiten, räumliche und zeitliche Auflösungen der Messungen) beschäftigten, andererseits mit der Umsetzung der zu untersuchenden ökologischen Prozesse in die mathematischen Algorithmen. Ferner sollte die Steuergruppe Modellier-Workshops für die Modellnutzer und Didaktik-Workshops für die Modellierer (s. u.) organisieren.

Akzeptanzförderung von Modellen in Forschungsvorhaben

Mathematische Modelle werden häufig von den potentiellen Modellnutzern nur unter Vorbehalt akzeptiert. Um die Akzeptanz der Modelle zu erhöhen, sollten die Modellierer ihre Modelle anschaulich und klar verständlich darstellen. Abhängig vom Modelltyp sollten die unterschiedlichen Voraussetzungen (sorgfältige Ergebnisanalyse, angepasster Detaillierungsgrad, Validierung der Modelldaten, Kap. 6) erfüllt werden. Außerdem sollten die Modellnutzer sich mit der Mathematik der Modelle vertraut zu machen. Hierzu sollten Kurse und Workshops angeboten werden, in denen die Modellnutzer lernen, ein Modell zu verstehen und selbst zu modellieren.

Förderung der Grundlagenforschung in der Modellierung

Die bei der Modellbildung momentan sehr starke Orientierung auf Anwendungen im Umweltmanagement (z.B. Erstellen von GIS-Karten) unterdrückt in gewissem Maß Aktivitäten zur Entwicklung grundlegender Methoden. Diese wissenschaftliche Innovation wird aber

z. B. für die Entwicklung von prognosefähigen Modellen dringend benötigt. Daher sollten Projekte gefördert werden, die sich mit der Erarbeitung neuer Methoden der Modellierung beschäftigen. In diesen können anhand existierender Datensätze und Fragestellungen (z. B. aus der Ökosystemforschung Wattenmeer) neue Techniken entwickelt und bekannte Verfahren neu kombiniert werden.

Informationsvermittlung über die Grenzen und Möglichkeiten von mathematischen Modellen

Modellnutzer in Umweltbehörden und Forschungsinstituten sollten Informationen über die Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Modellierungsverfahren erhalten. Diese Informationen sollten knapp und allgemein verständlich sein und z. B. über Broschüren, Internetseiten oder Lernsoftware verfügbar sein. Dadurch kann die aktive Anforderung an die Modellierung seitens der Modellnutzer gefördert, sowie die Gefahr von falschen Interpretationen der Simulationsergebnisse verringert werden.

Bereitstellung und Pflege von Softwareprodukten in Form einer Dienstleistungsstelle

Für die graphische Modelldarstellung und die Ergebnisanalyse sollten Softwareprodukte bereitgestellt werden. Die Softwareprodukte sollten in Rücksprache mit den Anwendern weiterentwickelt, gewartet und an die neuen hardware- und softwaretechnischen Bedingungen angepasst werden, zudem sollten sie auf einer Vielzahl von Plattformen und Betriebssystemen lauffähig sein (UNIX, LINUX, Windows, Apple). Eine Softwarebibliothek böte den Vorteilen des Modellierens aufwendige Arbeitsschritte zu ersparen, so dass ihnen mehr Zeit für inhaltliche Aufgaben zur Verfügung stünde. Dadurch kann ein erfolgreicher Abschluss aller notwendigen Modellierungsarbeiten innerhalb der Projektlaufzeit gefördert werden.

Der personelle Bedarf einer Dienstleistungsstelle könnte mit etwa 3-4 Postdoc-Wissenschaftlern (Informatiker und Modellierer) sowie Mitteln für wissenschaftliche Hilfskräfte (studentische Programmierer) gedeckt werden.

9.6 Finanzierung

Ein großes Verbundvorhaben sollte möglichst zentral organisiert werden. Ein zentraler Projektträger¹³ sollte ggf. die gemeinsam von verschiedenen Ressorts und Ländern bereitgestellten Gelder im Einvernehmen mit allen beteiligten Mittelgebern verwalten. Dies setzt voraus, dass bereits bei der Bewilligung eines solchen Projektes von Seiten der Mittelgeber für die gesamte Laufzeit Konsens über die Zielrichtung und die Arbeitsaufträge besteht. Die Finanzmittel sollten von Anfang an für die gesamte Laufzeit bereit stehen, zwischen den Haushaltsjahren verschiebbar sein und ausreichende Flexibilität ermöglichen, um eine inhaltliche Weiterentwicklung des Verbundvorhabens zu erlauben. Der beauftragte Projektträger benötigt ausreichend große Entscheidungsbefugnisse, um bei erforderlichen

¹³ hiermit sind nicht die gleichnamigen Einrichtungen des BMBF gemeint

Änderungen im Verbundvorhaben, die eine Auswirkung auf die Verwendung der Mittel haben, langwierige Abstimmungen zwischen den einzelnen Mittelgebern zu vermeiden.

Die verschiedenen Projektphasen sollten von der Planung bis zur Synthesephase ohne Lücken finanziert werden, also bereits zu Vorhabensbeginn bewilligt werden (siehe Kap. 9.2.1). Nur so kann die personelle Fluktuation zumindest reduziert, bei Bearbeitern mit Zeitverträgen jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden.

Um kurzfristig zu bestimmten Fragestellungen externen Sachverstand hinzuziehen zu können, sollten Mittel für Werkverträge vorhanden sein. Sie würden auch erlauben, ehemalige Teilprojektbearbeiter ggf. in der Synthesephase mit der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder speziellerer Themen zu beauftragen.

10 Literatur

- ARSU 1989[#]. Programmkonzeption zur Ökosystemforschung im Niedersächsischen Wattenmeer. Texte Umweltbundesamt 11/89: 179S.
- Ashdown, M., Schaller J. 1990. Geographische Informationssysteme und ihre Anwendung in MAB-Projekten, Ökosystemforschung und Umweltbeobachtung. in: Deutsches Nationalkomitee MAB (Hrsg.): MAB-Mitteilungen 34, 250 S.
- Austen, G., Fanger, H.-U., Kappenberg, J., Müller, A., Pejrup, M., Ricklefs, K., Ross, J., Witte, G., 1996. In: Ökosystem Wattenmeer, Austausch-, Transport- und Stoffumwandlungsprozesse. C. Gätje & K. Reise (Hrsg.). Springer Verlag, 570 S.
- Balsiger 1996. Überlegungen und Bemerkungen hinsichtlich einer Methodologie interdisziplinärer Wissenschaftspraxis. In: Balsiger, P.W., Defilia, R. & Di Giulio, A. (Hrsg.) Ökologie und Interdisziplinarität - eine Beziehung mit Zukunft? Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin: 73-85.
- Bachhuber, R., Gertberg, W., Haber, W., Kaule, G., Kerner, H., Schaller, J. & Sittard, M. 1984. Landschaftsökologische Modelluntersuchung Ingolstadt, Texte Umweltbundesamt 23/84: 151S.
- Backhaus, J.O., Hartke, D., Hübner, U., 1995. Hydrodynamisches und thermodynamisches Modell des Sylter Wattenmeeres. SWAP-Abschlußbericht Teilprojekt 4.1a.
- Backhaus, J.O., Hübner, U., Rolinski, S., 1998 Tidemodell des Spiekerooger Rückseitenwatts. ELAWAT-Abschlußbericht Teilprojektes B12. Förderkennzeichen 03F0112A.
- Bäumer, H.P., 1994. Stochastic simulation of dynamic point patterns. In: F. Faulbaum (Hrsg.) SoftStat '93: Advances in statistical software 4. Fischer Verlag, Stuttgart: 145-152.
- Berberich, W., Müller, B. 1993. Das geographische Informationssystem im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer. Berichte aus der Ökosystemforschung Wattenmeer, 3/1993: 51S.
- Berghahn, R. & Vorberg, R. 1997[#]. Garnelenfischerei und Naturschutz im Nationalpark. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 6: 86S.
- Bernem, K.H. van 1994. Thematische Kartierung und Sensitivitätsraster im deutschen Wattenmeer Juni 1987-Juni 1993. GKSS 94/E/10. 164S.
- Bill, R., Fritsch, D. 1991. Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Bd. 1, Wichmann, Karlsruhe, 414S.
- Bill, R 1996. Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Bd. 2, Wichmann, Heidelberg, 463S.
- Blume, H.-P., Fränzle, O., Heydemann, B., Kappen, L. & Nellen, W. 1994. Guide to the Ecosystem-Research-Centre Kiel, Interne Mitteilungen - Sonderheft 2: 96S.
- Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 1989. Aktionsprogramm „Rettet den Wald“ (3. Fortschreibung). Bonn: 32S.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) 1994. Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1994. Schriftenreihe des Bundesministeriums

[#] Veröffentlichung aus der Ökosystemforschung Wattenmeer

- für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft 440: 99S.
- Blume, H.-P., Fränzle, O., Heydemann, B., Kappen, L. & Nellen, W. 1994. Guide to the Ecosystem-Research-Centre Kiel, Interne Mitteilungen - Sonderheft 2: 96S.
- Butler, D. 1998. Interdisciplinary research being stifled. *Nature* 396: 202.
- Cornelius, R., Faensen-Thiebes, A., Marschner, B. & Weigmann, G., 1997. Ballungsnahe Waldökosysteme Berlin: Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben. In: Fränzle, O., Müller, F. & Schröder, W. Handbuch der Umweltwissenschaften, Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. ecomed, Landsberg am Lech: 36S.
- Daschkeit, A. 1998a. Tagungsbericht über das Diskussionsforum „Transdisziplinärer Forschungsprozeß“ des Schweizerischen Schwerpunktprogramms Umwelt (SPPU) am 24./25. März 1998 in Zürich (internes Papier): 11S.
- Daschkeit, A. 1998b. Umweltforschung interdisziplinär - notwendig, aber unmöglich? In: Daschkeit, A. & Schröder, W. (Hrsg.) Umweltforschung quergedacht, Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 51-73.
- Daschkeit, A. & Schröder, W. 1998 (Hrsg.) Umweltforschung quergedacht, Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 414S.
- Daschkeit, A. & Schuchardt, B. 1999. Dokumentation des Workshops: Intergration & Interdisziplinarität. BMBF-Forschungsprogramm/-Verbundvorhaben „Klimaänderung und Küste“ (internes Papier): 8S.
- Defilia, R. & Di Giulio, A. 1996. Voraussetzungen zu interdisziplinären Arbeiten und Grundlagen ihrer Vermittlung. In: Balsiger, P.W., Defilia, R. & Di Giulio, A. (Hrsg.) Ökologie und Interdisziplinarität - eine Beziehung mit Zukunft? Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin: 125-142.
- Defilia, R., Balsiger, P.W. & Di Giulio, A. 1996. Ökologie und Interdisziplinarität - eine Beziehung mit Zukunft? Wissenschaftsforschung zur Verbesserung der fachübergreifenden Zusammenarbeit. In: Balsiger, P.W., Defilia, R. & Di Giulio, A. (Hrsg.) Ökologie und Interdisziplinarität - eine Beziehung mit Zukunft? Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin: 3-24.
- Deutsches MAB-Nationalkomitee 1991. Das Programm der UNESCO „Der Mensch und die Biosphäre“, Internationale Zusammenarbeit in der Umweltforschung, Bonn.
- Dittmann, S. 1996. ELAWAT. Zweiter Zwischenbericht. 12S plus Anhänge
- Dittmann, S., Schleier, U., Günther, C.-P., Villbrandt, M., Niesel, V., Hild, A., Grimm, V., Bietz, H. & Dohn, C. 1998. Elastizität des Ökosystems Wattenmeer, Projektsynthese. BMBF-Forschungsbericht 03F0112A und B: 230S.
- Dittmann, S. 1999. Stability properties and mechanisms of the Wadden Sea ecosystem. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Ebenhöh, W. 1995a. Das Oldenburger Stoffkreislaufmodell AQEM - Übersicht und Ergebnisse. Abschlußbericht ÖSF - Niedersächsisches Wattenmeer. Umweltbundesamt, Berlin.
- Ebenhöh, W. 1995b. An Artificial Black Spot in the Wadden Sea - Modelling Approach I. Abschlußbericht ÖSF - Niedersächsisches Wattenmeer, UBA-Texte (in Vorbereitung). Umweltbundesamt, Berlin.
- Ebenhöh, W. 1995c. An Artificial Black Spot in the Wadden Sea - Modelling Approach II. Abschlußbericht ÖSF - Niedersächsisches Wattenmeer, UBA-Texte (in Vorbereitung). Umweltbundesamt, Berlin.

- Ebenhöh, W., Siemoneit, H. 1995. Mathematische Modellierung des Ökosystems Wattenmeer. Abschlußbericht Ökosystemforschung Wattenmeer Teilprojekt A 1. 4.
- Ebenhöh W. 1997. AQEM - A Wadden Sea application of the ERSEM model. Manuskript
- Einsele, G. 1986. Das landschaftsökologische Forschungsprojekt Naturpark Schönbuch. Wasser- und Stoffhaushalt, Bio-, Geo- und Forstwirtschaftliche Studien in Südwestdeutschland. Weinheim, VCH Verlagsgesellschaft: 633S.
- Ellenberg, H., Fränzle, O. & Müller, P. 1978. Ökosystemforschung im Hinblick auf Umweltpolitik und Entwicklungsplanung, UBA-Forschungsbericht 78 - 101 04 005 Umweltbundesamt, Berlin: 144S.
- Ellenberg, H., Schauermann, J., Ulrich, B., Funke, W., Heller, H. 1979. Ökosystemforschung im Solling - Eine knappe Synthese 1979. Ulmer Verlag, Stuttgart: 66S.
- Ellenberg, H., Mayer, R. & Schauermann, J. (Hrsg.) 1986. Ökosystemforschung, Ergebnisse des Solling-Projekts 1966-1986. Ulmer Verlag, Stuttgart: 507S.
- Erdmann, K.-H., Spandau, L. 1997. Naturschutz in Deutschland: Strategien, Lösungen und Perspektiven. Ulmer Verlag, Stuttgart
- ESRI 1980. Systemforschungsstudie zur Durchführbarkeit des MAB 6 Projektes (unveröffentlicht)
- Eversberg, U. & Roy, M. 1996[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report, Schwarze Flecken im Niedersächsischen Wattenmeer, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 63S.
- Fanger, H.-U., Kappenberg, J, Kolb, M, Müller A. 1995[#]. Erfassung des Schwebstoff- und Spurenstofftransports mit dem hydrographischen Meßsystem HYDRA. SWAP Abschlußbericht 4.3a
- Farke, H. & Liebezeit, G. (Hrsg.) 1999[#]. Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer, Band 1 - Systemeigenschaften, anthropogene Einflüsse und Schutz (unveröffentlicht, als Abschlußbericht im Umweltbundesamt einzusehen)
- Fast, T., Müller, A., Wilhelm, A. 1998[#]. Modellierung von abiotischen und biotischen Teilaspekten des Ökosystems 'Sylt-Römö-Bucht'. Zwischenbericht, GKSS, Geesthacht.
- Feige, M. & Triebswetter, U. 1997[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Projektberichte Sozioökonomie Teil A: Theoretisches Konzept und Methodologie. Texte Umweltbundesamt 79/97: 71S.
- Fellmer, B. 1988. Das MAB 6 Projekt: Ökosystemforschung Berchtesgaden. TU Berlin FB Landschaftsentwicklung, Diplomarbeit 187S.
- Fränzle, O., Kuhnt, D. Kuhnt, G. & Zölitz, R. 1987. Auswahl der Hauptforschungsräume für das Ökosystemforschungsprogramm der Bundesrepublik Deutschland, Forschungsbericht 101 04 043/02, Umweltbundesamt, 153S.
- Fränzle, O. & Daschkeit, A. 1997. Die Generierung interdisziplinären Wissens in der deutschen Umweltforschung - Anspruch und Wirklichkeit. Abschlußbericht des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft: „Mensch und Globale Umweltveränderungen - sozial und verhaltenswissenschaftliche Dimensionen“, Geographisches Institut Kiel: 147S.
- Fränzle, O. 1998a. Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette. In: Fränzle, O., Müller, F. & Schröder, W., Handbuch der Umweltwissenschaften: Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung, Kap. V-4.3, 3. Erg. Lfg. 12/98, ecomed, Landsberg am Lech: 35S.
- Fränzle, O. 1998b. Grundlagen und Entwicklung der Ökosystemforschung. In: Fränzle, O., Müller, F. & Schröder, W., Handbuch der Umweltwissenschaften: Grundlagen und

- Anwendungen der Ökosystemforschung, Kap. II-2.1, 3. Erg. Lfg. 12/98, ecomed, Landsberg am Lech: 24S.
- Friedrich, J. 1980. Methoden empirischer Sozialforschung. Westdeutscher Verlag, Opladen: 429S.
- Gätje, C. & Reise, K. (Hrsg.) 1998[#]. Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 570S.
- Göpfert, W. 1991. Raumbezogene Informationssysteme, 2. Aufl., Wichmann, Karlsruhe, 318S.
- Gollan, T. & Heindl, B. 1997. Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung. In: Fränze, O., Müller, F. & Schröder, W., Handbuch der Umweltwissenschaften: Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. ecomed, Landsberg am Lech: 18S.
- Grimm, V. 1998[#]. Ein Modell zur raum-zeitlichen Verteilung von *Lanice conchilega*. In: Dittmann, S., Schleier, U., Günther, C.-P., Villbrandt, M., Niesel, V., Hild, A., Grimm, V., Bietz, H. & Dohn, C. Elastizität des Ökosystems Wattenmeer, Projektsynthese. BMBF-Forschungsbericht 03F0112A und B: 107-110.
- Grimm, V., Günther, C.-P., Dittmann, S. & Hildenbrandt, H. 1998[#]. Möglichkeiten und Grenzen gitterbasierter Modelle zur großräumigen Verteilung des Makrozoobenthos im Wattenmeer. In: Dittmann, S., Schleier, U., Günther, C.-P., Villbrandt, M., Niesel, V., Hild, A., Grimm, V., Bietz, H. & Dohn, C. Elastizität des Ökosystems Wattenmeer, Projektsynthese. BMBF-Forschungsbericht 03F0112A und B: 163-177.
- Grimm, V., Bietz, H., Günther, C.-P., Hild, A., Villbrandt, M., Niesel, V., Schleier, U. & Dittmann, S. 1998a[#]. Stabilitätseigenschaften im Wattenmeer. In: Dittmann, S., Schleier, U., Günther, C.-P., Villbrandt, M., Niesel, V., Hild, A., Grimm, V., Bietz, H. & Dohn, C. Elastizität des Ökosystems Wattenmeer, Projektsynthese. BMBF-Forschungsbericht 03F0112A und B: 179-200.
- Grimm, V. 1998[#]. Ein Modell zur raum-zeitlichen Verteilung von *Lanice conchilega*. In: ELAWAT -Elastizität des Ökosystems Wattenmeer. Projektsynthese, FKZ 03F0112A. Dittman S., (Hrsg.) S. 107-111.
- Grimm, V., Günther, C.-P., Dittmann, S., Hildenbrandt, H. 1998[#]. Möglichkeiten und Grenzen gitterbasierter Modelle zur großräumigen Verteilung des Makrozoobenthos im Wattenmeer. In: ELAWAT-Elastizität des Ökosystems Wattenmeer. Projektsynthese, FKZ 03F0112A. Dittman S., (Hrsg.) S. 163-178.
- Gubernator, M. 1998[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer - Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Fischerei. Berlin, Texte Umweltbundesamt 1999 (in Vorbereitung)
- Haber, W., Spandau, L., Tobias, K. 1990. Ökosystemforschung Berchtesgaden, Schlußbericht über die Arbeiten der Fachdisziplinen (Hauptphase) / Umweltqualitätsziele für den Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden. Texte Umweltbundesamt 15/90: 237S. / 39S.
- Häberli, R. & Grossenbacher, W. 1999. Transdisziplinarität zwischen Förderung und Überforderung. Erkenntnisse aus dem SPP Umwelt. GAIA: (im Druck)
- Hantschel, R.E., Kainz, M. & Filser, J. 1997. Forschungsverbund und Agrarökosysteme München (FAM). In: Fränze, O., Müller, F. & Schröder, W., Handbuch der Umweltwissenschaften, Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. ecomed, Landsberg am Lech: 20S.
- Heuers, J., Jaklin, S., Zühlke, R., Dittmann, S., Günther, C.-P., Hildenbrand, H., Grimm, V. 1998. A model on the distribution and abundance of the tube-building polychaete *Lanice conchilega* in the intertidal of the Wadden Sea. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 28: 207-215.

- Hinrichs, C. 1994. Machbarkeitsstudie zur Entwicklung von systemaren Handlungskonzepten für eine ökologisch orientierte Planung, Projektzentrum Ökosystemforschung, Universität Kiel: 109S.
- Höpner, T., Henke, S. 1996[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer - Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer; Umweltqualitätsziele für das Wattenmeer - Bericht Teil 1: Vergleich verschiedener Umweltqualitätszielkonzepte. Berlin, Texte Umweltbundesamt 1999 (in Vorbereitung)
- Höpner, T., Kellner-Gnos, I. 1996[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer - Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer; Umweltqualitätsziele für das Wattenmeer - Bericht Teil 2: Thematischer Report Umweltqualitätsziele für das Wattenmeer. Berlin, Texte Umweltbundesamt 1999 (in Vorbereitung)
- Höpner, T. 1997[#]. Drei Ökosystemforschungsprojekte - und nun. In: Vom Krisenmanagement zum vorsorgenden Umweltschutz: Sammelband zur Tagung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- Hübner, U., Backhaus, J.O. 1997. Der küstennahe Gezeitenstrom im Gebiet der östlichen ostfriesischen Inseln. Berichtsreihe Forschungszentrum Terramare, Nr. 4. 65S.
- Jaeger, J. & Scheringer, M. 1998. Transdisziplinarität: Problemorientierung ohne Methodenzwang. GAIA 7 (1): 10-25.
- Kaiser, M. 1998[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer - Eine Einführung. Handb. der Umweltwissenschaften - 1. Erg. Lfg. 5/98
- Keitel, A. 1998. Anforderungen aus Sicht der Umweltverwaltung und des Vollzugs. In: Fränze, O., Müller, F. & Schröder, W., Handbuch der Umweltwissenschaften: Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung, Kap. II-1.7., 1. Erg. Lfg. 5/98, ecomed, Landsberg am Lech: 4S.
- Kellermann, A., Gätje, C. & Schrey, E. 1996[#]. Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Rückblick auf Ablauf, Ergebnisse und Umsetzung, Forschungsbericht 108 02 085/01: 115S.
- Kerner, H.F., Spandau, L. & Köppel, J.G. 1991. Methoden zur angewandten Ökosystemforschung, - Werkstattbericht. MAB-Mitteilungen: Deutsches MAB-Nationalkomitee c/o Bundesforschungsanstalt für Naturschutz u. Landschaftsökologie (BFANL) 35.1 und 35.2
- Keßler, H. & Winkelhofer, G. 1997. Projektmanagement, Leitfaden zur Steuerung und Führung von Projekten. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 228S.
- Knauer, P. 1994[#]. Wissenschaftliche Politikberatung durch angewandte Ökosystemforschung (unveröffentlicht)
- Knof, W., 1995. Mathematische Modellierung der Physiologie der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.). Diplomarbeit. Fachbereich Mathematik, Universität Oldenburg, Oldenburg.
- Knust, R. 1996[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report, Umweltbeobachtung im Wattenmeer im allgemeinen und die Konzeption einer Monitoringstrategie für die Ökosystemkompartimente evertbrates Benthos und Fisch- und Decapodenfauna im besonderen, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 106S.
- Kohlus, J. 1997[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer - Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Geographisches Informationssystem und Rasterbildverarbeitung, Texte Umweltbundesamt 78/97: 187S.
- Körte, K. 1994. Modellierung des Wachstums der Miesmuschellarven. Diplomarbeit. Fachbereich Mathematik, Universität Oldenburg, Oldenburg

- Krasemann, H.J., Müller, A., Patzig, S., Riethmüller, R., Wagler, H. 1997[#]. WATiS - Das Wattenmeerinformationssystem für Forschung und Verwaltung. Online im Internet: <http://w3g.gkss.de/watis/TEXT/WATiSg.html> (Stand: 19.7.1997)
- Kropp, J., Klenke, T. 1997. Phenomenological Pattern Recognition in the Dynamical Structures of Intertidal Sedimentary Systems from the German Wadden Sea. *Ecological Modelling* 103: 151-170.
- Kropp, J., Ahlhorn, F., Ebenhöf, W., Klenke, T. 1999. Integrationskonzepte für eine Systemforschung im Watten- und Küstenraum. DGM-Mitteilungen .
- Krott, M. 1996. Interdisziplinarität im Netz der Disziplinen. In: Balsiger, P.W., Defilia, R. & Di Giulio, A. (Hrsg.) *Ökologie und Interdisziplinarität - eine Beziehung mit Zukunft?* Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin: 87-97.
- Langner, I. 1997[#]. Statische Klassifizierung der räumlichen und zeitlichen Heterogenität von Nährstoffkonzentrationen im Porenwasser von Wattsedimenten. *Forschungszentrum Terramare Berichte* 6: 97 S
- Leuschner, C. 1989[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer - Hauptphase Teil 1 - Erarbeitung der Konzeption sowie der Organisation des Gesamtvorhabens (Forschungsverbund). *Texte Umweltbundesamt* 10/89: 155S.
- Lewis, R.A. 1985. Richtlinien für den Einsatz einer Umweltprobenbank in der Bundesrepublik Deutschland auf ökologischer Grundlage. Verlag Chr. Eschl, Spiesen-Elversberg: 190S.
- Liebig, W. 1997. Desktop-GIS mit ArcView: Leitfaden für Anwender, Wichmann, Heidelberg, 340S.
- Matzner, E. (Hrsg.) 1993. Stickstoff-, Schwefel- und Wasserhaushalt naturnaher Ökosysteme: Forschungskonzept des BITÖK 1993/94, Bayreuther Forum Ökologie 1: 66S.
- Meadows, D.L., Meadows, D.H. 1974. Das globale Gleichgewicht. Modellstudien zur Wachstumskrise. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart: 270S.
- Mesarovic, M. 1974. Menschheit am Wendepunkt. 2. Bericht an den Club Auf Rome zur Weltlage. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart: 183S.
- Millat, G. 1996[#]. Entwicklung eines methodisch-inhaltlichen Konzeptes zum Einsatz von Fernerkundungsdaten für ein Umweltmonitoring im niedersächsischen Wattenmeer, Schriftenreihe der Nationalparkverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“ 1: 1-125.
- Müller, P. 1984. Ökomodell Saarbrücken (Ökologische Stadtkataster). UBA-Forschungsbericht 101 04 012/02. Umweltbundesamt, Berlin: 262S.
- OGC, Open GIS Consortium Inc. 1997. OpenGIS simple feature specification for SQL. Online im Internet: <http://www.opengis.org/techno/specs.htm> (Stand: Mai 1999)
- Parthey, H. 1996. Kriterien und Indikatoren interdisziplinären Arbeitens. In: Balsiger, P.W., Defilia, R. & Di Giulio, A. (Hrsg.) *Ökologie und Interdisziplinarität - eine Beziehung mit Zukunft?* Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin: 99-112.
- Petri, G. 1996[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report, Miesmuscheln im Niedersächsischen Wattenmeer - natürliche Bestandsschwankung oder anthropogen bedingter Rückgang? Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 113S.
- Pfeifer, D., Bäumer, H.P., Albrecht, M. 1992. Spatial point processes and their applications to biology and ecology. *Modeling Geo-Biosphere Processes* 1: 145-161.
- Pfeifer, D., Bäumer, H.P., and Albrecht, M. 1993. Moving Point Patterns: The Poisson Case. In: O. Opitz, B. Lausen and R. Klar (Hrsg.) *Information and Classification. Concepts, Methods and Applications. Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization.* Springer, Berlin: 248-256.

- Pfeifer, D., Bäumer, H.P., Ortleb, H., Sach, G., Schleier, U. 1996[#]. Modeling spatial distributional patterns of benthic meiofauna species by Thomas and related processes. *Ecol. Model.* 87: 285-294.
- Poethke, H.J. 1994. Analysieren, verstehen und prognostizieren. Zum Einsatz von mathematischen Modellen und Computersimulationen in der Ökologie. Habilitationsschrift. Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich Biologie, Mainz.
- Prognos 1981. Systemstudie zum Projekt MAB 6 „Hochgebirgsökosysteme“ (unveröffentlicht)
- Rahmel, J. 1996[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report, Eutrophierung im Niedersächsischen Wattenmeer, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 90S.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1974. Umweltgutachten 1974, Verlag Kohlhammer GmbH Stuttgart u. Mainz: 320S.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1978. Umweltgutachten 1978, Drucksache 8/1938, Hrsg.: Bundesministerium des Innern, Verlag Dr. H. Heger: 638S.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1987. Umweltgutachten 1987, Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: 1361S.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1990. Sondergutachten „Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung“, Deutscher Bundestag, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Drucksache 11/8123, pp. 71
- Reise, K. 1997[#]. Reflexionen zur interdisziplinären Küstenforschung - eine SWAPliche Nachlese. DGM-Mitteilungen 1-2: 5-8.
- Reise, K., Köster, R., Müller, A., Armonies, W., Asmus, H., Hickel, W., Riethmüller, R. 1998[#]. Austauschprozesse im Sylt-Rømø Wattenmeer: Zusammenschau und Ausblick. In: Gätje, C. & Reise, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 529-556.
- Roux, M. 1997. Gemeinsames Forschen von Praxis und Wissenschaft für eine nachhaltige Entwicklung. *GAIA* 6 (2): 153-156.
- Roy, M., Dittmann, S., Reetz, M. & Meurs, G. 1997[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Koordination und Integration der Einzelvorhaben der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer durch die Steuergruppe, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 121S.
- Ruth, M. 1997[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Untersuchungen zur Biologie und Fischerei von Miesmuscheln im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Texte Umweltbundesamt 73/97: 71S.
- Seibert, B. 1979. Durchführbarkeitsstudie für das MAB-Projekt 6 „Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme“. Lehrstuhl für Landschaftsökologie der Technischen Universität München, (unveröffentlicht)
- Spandau, L. 1988. Angewandte Ökosystemforschung. Forschungsbericht 16 der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (unveröffentlicht)
- Stauch, C. 1997. Erstellung einer Projektdatenbank mit objektorientierter Modellierung. In: Dollinger, F., Strobl, J. (1997): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung IX = Salzburger Geographische Materialien, Heft 26. Selbstverlag des Instituts für Geographie der Universität Salzburg. Online im Internet: <http://www.sbg.ac.at/geo/agit/papers97/stauch/stauch.htm> (Stand: Mai1999)

- Stock, M., Schrey, E., Kellermann, A., Gätje, C., Eskildsen, K., Feige, M., Fischer, G., Hartmann, F., Knoke, V., Möller, A., Ruth, M., Thiessen, A. & Vorberg, R. 1996[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer Synthesebericht - Grundlagen für einen Nationalparkplan. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 8: 1-634.
- Stock, M., Eskildsen, K., Gätje, Chr. & Kellermann, A. 1999[#] Naturschutzfachliche Bewertung in einem Nationalpark - Ein Verfahrensvorschlag im Rahmen des Prozeßschutzes. Berlin, Texte Umweltbundesamt 12/99: 43S.
- Storch, H. 1998. Die Bedeutung von Metadaten zur Steuerung von WEBGIS-Anwendungen im Kontext von Umweltinformationssystemen (UIS). In: Strobl, J. Dollinger, F. (1998) Angewandte Geographische Informationsverarbeitung. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 1998. H.Wichmann Verlag ISBN 3-87907-324-4.
- Tobias, K., 1991 Konzeptionelle Grundlagen zur angewandten Ökosystemforschung, Berlin E.Schmidt, 155S.
- TU Berlin 1999. Entscheidungsprozesse bei der Einrichtung von Großschutzgebieten. Studienprojekt des Studienganges Landschaftsplanung, Fachbereich 7. 202 S.
- Timm, C., Riedemann, C., Brox, C. Kuhn, W. 1998. Möglichkeiten und Grenzen von GIS-Komponententechnologie in der Geodatenproduktion. In: Strobl, J. Dollinger, F. (1998) Angewandte Geographische Informationsverarbeitung. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 1998. H.Wichmann Verlag ISBN 3-87907-324-4.
- Umweltatlas Wattenmeer (Band I) 1998[#]. „Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer“. Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und Umweltbundesamt: 270S. Ulmer Verlag ISBN 3-8001-3491-8
- Umweltatlas Wattenmeer (Band II) 1999[#]. „Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung“. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer und Umweltbundesamt: 200S. Ulmer Verlag ISBN 3-8001-3492-6
- Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (Hrsg.) 1993. Forschungs- und Entwicklungsprogramm 1993/94, Beschreibung der Forschungsaufgaben für das Planungsjahr 1993: 162 S.
- UNESCO Program 1988. Man and Biosphere MAB-6. Ökosystemforschung Berchtesgaden, Methodenentwicklung für die integrierte Ökosystemforschung (unveröffentlicht)
- Walter, U. 1996[#]. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report Fischerei, Natürliche Vielfalt und wirtschaftliche Ressourcennutzung - Fischerei zwischen Ökologie und Ökonomie, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 177 S.
- Walter, U. 1997. Die Bedeutung der Garnelenfischerei für die Seevögel an der Niedersächsischen Küste, Forschungszentrum Terramare, Berichte 3: 106 S.
- Werner, C-K. 1999. ESRI, OpenGIS und Standards. ArcAktuell Extra 2/99
- Wiedey, G.-A. 1997. Forschungszentrum Waldökosysteme der Universität Göttingen. In: Fränze, O., Müller, F. & Schröder, W. Handbuch der Umweltwissenschaften, Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. ecomed, Landsberg am Lech: 8 S.
- Wilke, H. D. 1991: Oracle, Datenbank-Management professionell: Design, Realisierung und Optimierung. Addison-Wesley, 2. überarb. Aufl., Bonn, München
- Wirtz, K., Niesel, V. 1999[#]. Modelle in der Ökosystemforschung: Methoden, Bewertung und Empfehlungen. Eine Synthese aus der Ökosystemforschung Wattenmeer. Forschungszentrum TERRAMARE Berichte Nr. 11b.

11 Anhang

11.1 Liste der Teilprojekte der Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer

**Tabelle A1: Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer -
Liste der Teilprojekte im grundlagenorientierten Teil SWAP
Untersuchungen zur Hydrodynamik und Morphodynamik**

	Teilprojekt	Institution
B 4.1a	Hydrodynamisches Modell des Wattenmeeres	Institut für Meereskunde, Universität Hamburg
B 4.2	Sedimentation von Feinmaterial im Sylter Wattenmeer	Geografisk Central Institut, Københavns Universitet, København, Dänemark
B1.2b,3.1	Sedimentation, Erosion und Biodeposition	Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Hafentörn, Büsum
B 4.1b	Sedimentations- und Erosionsexperimente	GKSS-Forschungszentrum, Institut für Gewässerphysik, Geesthacht
B 4.2a	Sedimentbilanz der Wattflächen, Kartenauswertung und Luftbildanalyse	Geographisches Institut, Christian-Albrechts-Universität, Kiel
B 4.1b	Modellierung des Stofftransportes im Sylt-Rømø Watt	GKSS-Forschungszentrum, Institut für Gewässerphysik, Geesthacht
B 4.3	Messungen zum Schwebstofftransport	GKSS-Forschungszentrum, Institut für Gewässerphysik, Geesthacht
B 3.3	Mikroklima	GKSS-Forschungszentrum, Institut für Gewässerphysik, Geesthacht

Untersuchungen zu biogenem Austausch und Stoffumwandlungen

B 4.1b	Transportbilanz Watt/Nordsee: Erfassung des Transports von Nährstoffen, gelöster und partikulärer Substanz	Biologische Anstalt Helgoland, Wattenmeerstation Sylt, List/Sylt
B 4.3b	Mikrobielle Ökologie und Biochemie der Sedimente des Königshafens	Biologisk Institut, Odense Universitet, Odense, Dänemark
B 2.1,3.4b	Untersuchungen zu mikrobiellen Nährstoffumsetzungen	Institut für Ökologie, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Kloster/Hiddensee
B 3.4a	Grenzfläche Sediment/Atmosphäre: Lokale Nettoflüsse gasförmiger Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelverbindungen	Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung, Garmisch-Partenkirchen
B 2.2, 2.3, 3.2	Produktion und Stoffaustausch des Benthos	Biologische Anstalt Helgoland, Wattenmeerstation Sylt, List/Sylt
B1.7a, 2.5a, 4.5b	Trophischer und regulierender Stellenwert der Vögel im Ökosystem Wattenmeer	Forschungs- und Technologiezentrum Westküste Hafentörn, Büsum
B1.7b,2.5b, 4.5b	Nahrungsbedarf der Seehunde (<i>Phoca vitulina</i> L. im Sylt Rømø-Wattenmeergebiet	Institut für Haustierkunde, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Untersuchungen zur Verteilung, Drift und Wanderungen von Organismen

B 1.5	Phytoplankton: Besiedlungsstrategien der Wasserkörper und Transportmechanismen	Biologische Anstalt Helgoland, Wattenmeerstation Sylt, List/Sylt
B4.4b	Transporte von Megaplankton und mobilem Benthos	Biologische Anstalt Helgoland, Wattenmeerstation Sylt, List/Sylt
B1.2a,1.3b	Fernerkundung von Sediment und Benthos	GKSS-Forschungszentrum, Institut für Gewässerphysik, Geesthacht
B 1.3a	Benthoskartierung	Biologische Anstalt Helgoland, Wattenmeerstation Sylt, List/Sylt
B 1.6, 2.4, 4.4c	Quantitative Untersuchungen von Biomasse, Wanderungen und Konsumtion der Fische und dekapoden Krebse im Sylter Wattenmeer	Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität, Hamburg

**Tabelle A2: Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer -
Liste der Teilprojekt im angewandten Teil**

	Teilprojekt	Institution
A 1.1	Das Geographische Informationssystem (GIS)	Nationalparkamt, Tönning
A 2.4	Biotopkartierung im Eulitoral des Wattenmeeres (Sensitivitätskartierung der deutschen Nordseewatten)	GKSS - Forschungszentrum, Geesthacht
A 2.6	Rastvögel im Wattenmeer: Bestand, Verteilung und Raumnutzung der Rastvögel	Worldwide Fund for Nature (WWF), Husum
A 2.7	Kartierung der Brutvogelverbreitung in den Vorländern	Nationalparkamt, Tönning
A 2.8	Kartierung des Vorkommens von Fischen in den Prielen des Wattenmeeres	Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität Hamburg
A 2.9	Flächendeckende Momentaufnahme der relativen Häufigkeit von Fischen und dekapoden Krebsen im Wattenmeer	Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel
A 2.10	Verbreitung von Miesmuschelbeständen im Wattenmeer	Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel
A 2.11	Monitoring der Robbenvorkommen im Wattenmeer	Institut für Haustierkunde an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel
A 2.12	Räumliche Variation der Schadstoffgehalte in Sedimenten des Wattenmeeres von Schleswig-Holstein	GKSS - Forschungszentrum, Geesthacht
A 2.14	Verbreitung der Seegraswiesen und Makroalgen im Wattenmeer	Biologische Anstalt Helgoland, Inselstation, List/Sylt
A 2.15	Algenfrüherkennungssystem AlgFES	Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten, Kiel
A 3.1-3.3	Analyse der sozioökonomischen Systeme des Nationalparks und der mit ihnen verknüpften Randbereiche	Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr, München

A 3.5	Fallstudie St. Peter Ording	Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr, München
A 3.6	Das GIS - West (Geographisches Informationssystem - West)	Forschungs- und Technologiezentrum Büsum an der Christian-Albrechts-Uni- versität, Kiel
A 4.1	Historische Entwicklung des Eintrages von Schadstoffen in Sedimente des freien Watts (Eulitoral)	Geologisch-Paläontologisches Institut an der Christian- Albrechts-Universität, Kiel
A 4.2	Historische Entwicklung des Eintrages von Schadstoffen in Sedimente der Salzwiesen (Supralitoral)	GKSS - Forschungszentrum, Geesthacht
A 4.3	Rasterbildverarbeitung	Nationalparkamt, Tönning
A 5.1	Sensibilität qualitativer Bioindikatoren im Wattenmeer: Untersuchungen zur Elastizität und Stabilität der Lebensgemeinschaften im Eu- und Sublitoral	Biologische Anstalt Helgoland, Inselstation List/Sylt
A 5.2	Bioindikatoren im Supralitoral: Pflanzen	Botanisches Institut an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel
A 5.3	Bioindikatoren im Supralitoral: Tiere	Projektzentrum Ökosystemforschung und Ökotechnik an der Christian Al- brechts-Univerisität, Kiel
A 6.1	Grundlagen für eine ökologisch verträgliche Miesmuschelfischerei im Nationalpark	Institut für Meereskunde an der Christian Albrechts-Universität, Kiel
A 6.2	Minimierung der negativen Auswirkungen der Garnelenfischerei	Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität Hamburg
A 6.3	Entwicklung eines Schutz- und Managementkonzeptes für Salzwiesen	Nationalparkamt, Tönning
A 6.4a	Vögel im Wattenmeer: Raumbedarf und Auswirkungen von menschlichen Störungen	Worldwide Fund for Nature (WWF), Husum

A 6.4b	Robben im Wattenmeer: Raumbedarf und Auswirkungen von menschlichen Störungen	Institut für Haustierkunde an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel
A 6.5	Phytoplankton und seine Dauerstadien in halbgeschlossenen, stagnierenden Brackwasserkörpern (Speicherbecken) am Rande des Wattenmeeres, unter besonderer Berücksichtigung toxischer Form	Institut für Frischwasser- und Abwasserbiologie, Hamburg; Forschungs- und Technologiezentrum Büsum an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel; Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel; Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft, Universität, Hamburg

11.2 Liste der Teilprojekte der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer

Tabelle A3: Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer
Liste der Teilprojekte im grundlagenorientierten Teil ELAWAT -
Pilotphase

	Teilprojekt	Institution
B 3	Zentrale Logistik	Forschungszentrum TERRA-MARE, Wilhelmshaven
B 5	Skalierung hydrographisch-makrozoobenthologischer Interaktionen	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney
B 8	Geologisch-sedimentologische Kartierung und Untersuchungen in einem Teilbereich des Spiekerooger Rückseitenwatts, Gröninger Plate	Technische Universität Clausthal
B 9	Zeitliche und räumliche Variabilität in den Sedimentparametern und in der Morphologie auf der Gröninger Plate	Forschungsinstitut Senckenberg, Wilhelmshaven
B 10	Auftreten, Verteilung und Mobilisierung von anorganischen und ausgewählten organischen Stoffen in den Sedimenten des Ostfriesischen Wattenmeeres	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Technologie, Hannover
B 11	Charakterisierung mikrobieller Biomasse und Aktivitäten	Institut für Chemie und Biologie des Meeres an der Universität Oldenburg
B 12	Probenahme- und Messstrategie zur zeitlichen Änderung und zur Verteilung geophysikalischer Eigenschaften über Fläche und Tiefe	Institut für Chemie und Biologie des Meeres an der Universität Oldenburg
B 13	Vergleich von Maßstäben zur Erfassung der Verteilungsmuster benthischer Siedlungsformen	GKSS Forschungszentrum, Geesthacht
B 14	Initialansiedlung benthischer Makrofauna	Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven

B 15	Modellversuche zur Wiederbesiedlung von Wattflächen nach Verödung durch natürliche Ereignisse	Universität Münster
B 16	Bestandsaufnahme und Populationsbiologie von <i>Mytilus edulis</i> L.: Methoden der quantitativen Erfassung von Miesmuschelvorkommen	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney
B 17	Zeitliche und räumliche Inhomogenität in den Substrateigenschaften und der Zoobenthosbesiedlung im Umfeld von Miesmuschelbänken	Forschungsinstitut Senckenberg, Wilhelmshaven
B 19	Räumlich-zeitliche Verteilung von Rastvögeln Spiekeroogs	Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven
B 27	Zeitliche und räumliche Wechselbeziehungen zwischen Morphodynamik und Sedimentverteilung im Strand- und Flachwasserbereich Spiekeroogs	Forschungsinstitut Senckenberg, Wilhelmshaven

**Tabelle A4: Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer -
Liste der Teilprojekte im grundlagenorientierten Teil ELAWAT-
Hauptphase**

	Teilprojekt	Institution
B 1	Zentrale Logistik	Forschungszentrum TERRAMARE, Wilhelmshaven
B 2	Untersuchungen zu Reaktionen raum- zeitlicher Muster von Organismen- gemeinschaften im Watt auf Umwelteinflüsse: Beiträge der angewandten Statistik zur Ver- suchsplanung, Durchführung und Auswertung	Universität Oldenburg
B 3	Das Schicksal des Phytoplanktons im Watt: Störung des Populationswachstums und Stabilisierung der Artenvielfalt	Universität Oldenburg
B 4	Endobenthische Mineralisierung. Dynamik, Kapazität, Grenzen der Belastbarkeit	Institut für Chemie und Biologie des Meeres an der Universität Oldenburg
B 5	Der Einfluss mikrobieller und organisch/anorganisch-geochemischer Prozesse auf die Elastizität des Wat- tenmeeres im Bereich des Systems Muschelbank	Institut für Chemie und Biologie des Meeres an der Universität Oldenburg, Forschungszentrum TERRAMARE, Wilhelmshaven
B 6	Zur Elastizität makrofaunistischer biosedimentärer Systeme im Spiekerooger Watt: Wechselwirkungen zwischen Organismen, Sediment und Wasserkörper	Forschungsinstitut Senckenberg, Wilhelmshaven
B 7	Initialansiedlung, Dispersion und Rekrutierung benthischer Makrofauna.	Universität Bremen
B 8	Fluktuationen von Makrozoobenthospopulationen in Wattgebieten infolge variierender hydrodynamischer Randbedingungen.	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney
B 9	Stabilität und Substratabhängigkeit kleinräumiger Verteilungsmuster benthischer Arten	GKSS Forschungszentrum, Geesthacht

B 10	Untersuchungen zur Zusammensetzung der Zoobenthosgemeinschaft der Gröninger Plate, ihrer Stabilität und Elastizität	Universität Münster
B 11	Raum-Zeit-Muster und Nahrungskonsumtion von Limikolen auf dem Frühjahrs- und Herbstzug im Rückseitenwatt der Insel Spiekeroog	Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven
B12	Tidemodell des Spiekerooger Rückseitenwattes	Institut für Meereskunde, Universität Hamburg

**Tabelle A5: Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer-
Liste der Teilprojekte im angewandten Teil - Vorphase**

	Teilprojekt	Institution
A 1	Untersuchungen zur Morphologie und Sedimentologie des Einzugsgebietes der Otzumer Balje (Niedersächsisches Wattenmeer)	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney
A 2	Hydrographie	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney
A 3	Benthos - Bestandsaufnahme und Dokumentation	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney
A 4	Dokumentation der Daten zur Flora und Fauna terrestrischer Systeme im Niedersächsischen Wattenmeer	Universität Oldenburg
A 5	Nutzungen und Belastungen im Niedersächsischen Wattenmeer	Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH, Oldenburg
A 6	Entwicklung eines theoretischen Konzepts zur Ökosystemforschung Wattenmeer	Universität Oldenburg
A 7	Mathematische Modellierung von aquatischen Ökosystemen	Universität Oldenburg
A 8	Historische Entwicklung - Aufbau einer Literaturdatenbank	Institut für historische Küstenforschung, Wilhelmshaven
A 9	Sozioökonomie und Nationalparkprogramm	Bezirksregierung Weser-Ems, Nationalparkverwaltung, Wilhelmshaven
A 10	Artenerfassung	Bezirksregierung Weser-Ems, Nationalparkverwaltung, Wilhelmshaven
A 11	Öffentlichkeitsarbeit	Bezirksregierung Weser-Ems, Nationalparkverwaltung, Wilhelmshaven

**Tabelle A6: Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer -
Liste der Teilprojekte im angewandten Teil - Hauptphase**

A 1 Projektübergreifende Vorhaben

	Teilprojekt	Institution
A 1.1	Koordination und Integration der Einzelvorhaben der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer durch die Steuergruppe	Bezirksregierung Weser-Ems, Nationalparkverwaltung, Wilhelmshaven
A 1.2	Zentrale Projektunterstützung	Forschungszentrum TERRAMARE, Wilhelmshaven
A 1.3	Erfassung und Validierung von Luftbildinformationen und ihre Weiterverarbeitung mit dem geographischen Informationssystem	Bezirksreg. Weser-Ems, Nationalpark-verwaltung, Wilhelmshaven
A 1.4	Numerische Modellierung ökologischer Systeme	Universität Oldenburg
A 1.6	Hydrographie als Gestaltungsfaktor im Ökosystem Wattenmeer	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney

A 2 Anoxische Sedimentoberflächen („Schwarze Flecken“) als Indikatoren für den ökologischen Zustand des Wattenmeeres

A 2.1	Biogeochemie der anoxischen Flecken	Institut für Chemie und Biologie des Meeres an der Universität Oldenburg
A 2.2	Vergleichende Untersuchungen zur Physiologie anoxischer Flecken	Institut für Chemie und Biologie des Meeres an der Universität, Oldenburg
A 2.3	Wechselwirkungen von Makrozoobenthosaktivität und dem Auftreten von anoxischen Flecken im Watt	Universität Bremen
A 2.4	Die Bestimmung der Erosionsfestigkeit und zugeordneter bodenphysikalischer Parameter im Bereich anoxischer und oxischer Sedimentoberflächen	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney

A 3 Miesmuschelbänke als Indikatoren für den ökologischen Zustand des Wattenmeeres

A 3.1	Wechselbeziehungen eutrophiebedingter Algenblüten mit Miesmuschelpopulationen	Institut für Chemie und Biologie des Meeres an der Universität Oldenburg
A 3.2	Einflüsse abiotischer Faktoren auf die Bestände und Sukzessionen des Phytoplanktons	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney
A 3.3	Struktur und Funktion von Miesmuschelpopulationen im Wattenmeer	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Forschungsstelle Küste, Norderney
A 3.4	Auswirkungen des Fraßdruckes auf die Miesmuschelbestände	Forschungszentrum TERRAMARE, Wilhelmshaven

A 4 Umweltbeobachtung und Umweltqualitätsziele

A 4.1	Entwicklung einer Langzeitbeobachtungsstrategie für das Benthos	GKSS-Forschungszentrum, Geesthacht
A 4.3	Entwicklung von Umweltbeobachtungsstrategien für Fische und Krebse	Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven
A 4.4	Testlauf der Entwicklung eines Umweltqualitätsziels für das Wattenmeer	Institut für Chemie und Biologie des Meeres an der Universität Oldenburg & Büro für Biologie & Planung, Göttingen
A 4.5	Schadstoffanreicherung im Nahrungsnetz des Wattenmeeres	Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven
A 4.6	Die Bedeutung der Fischerei und des Schifffolgens auf die Ernährung von Seevögeln im Wattenmeer	Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven
A 4.7	Die sozioökonomische Entwicklung der Fischerei im niedersächsischen Wattenmeer und ihr Bezug zu Naturschutzforderungen	Bezirksregierung Weser-Ems, Nationalparkverwaltung, Wilhelmshaven

11.3 Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer - Liste der Thematischen Reports

Eversberg, U. & Roy, M. 1996. Schwarze Flecken Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report, Schwarze Flecken im Niedersächsischen Wattenmeer, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 63 S.

Kellner & Höpner 1996. Qualitätsziele Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report Qualitätsziele, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin:

Knust, R. 1996. Monitoringstrategien Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report, Umweltbeobachtung im Wattenmeer im allgemeinen und die Konzeption einer Monitoringstrategie für die Ökosystemkompartimente evertbrates Benthos und Fisch- und Decapodenfauna im besonderen, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 106 S.

Petri, G. 1996. Miesmuscheln Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report, Miesmuscheln im Niedersächsischen Wattenmeer - natürliche Bestandsschwankung oder anthropogen bedingter Rückgang? Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 113 S.

Rahmel, J. 1996. Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A-Hauptphase, Thematischer Report, Eutrophierung im Niedersächsischen Wattenmeer, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin:

Walter, U. 1996. Fischerei Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, A - Hauptphase, Thematischer Report Fischerei, Natürliche Vielfalt und wirtschaftliche Ressourcennutzung - Fischerei zwischen Ökologie und Ökonomie, Forschungsbericht 108 02 085/21, Umweltbundesamt, Berlin: 177 S.

11.4 Leitfragen

Leitfragen des niedersächsischen Teilvorhabens unterteilt nach fünf Schwerpunkten (Roy et al. 1997, hier leicht gekürzt aufgeführt).

I. Ökosystemeigenschaften

- Welche natürlichen Prozesse sind für den Erhalt des Ökosystems bestimmend?

II. Auswirkungen anthropogener Einflüsse

- Welche Auswirkungen haben menschliche Eingriffe auf das Ökosystem Wattenmeer?
- Lässt sich das Maß der Beeinflussung quantifizieren und können die Beeinflussungen nach ihrer Schädigung gegliedert werden?
- Wie lassen sich anthropogene Einflüsse vor dem Hintergrund einer systemeigenen hohen Dynamik von natürlichen Erscheinungen abgrenzen? Sind Messwertschwankungen ein "Markenzeichen" des Wattenmeeres („Beliebigkeit“ als Systemkomponente) oder eine Störgröße, die es auszuschalten gilt. Kann die Statistik einen Beitrag zur Trennung von anthropogenem Einfluss und natürlicher Erscheinung leisten?
- Welche (natürlichen) Strukturen und Prozesse sind für den Erhalt des Ökosystems lebensnotwendig, welche sind ohne Schaden veränderbar? Lässt sich das Wattenmeer als Mosaik von Teilflächen auffassen, die in der Zusammensetzung und in der Ausgestaltung variieren?
- Lassen sich in Abhängigkeit vom Grad der Beeinflussung Szenarien erstellen?

III. Umweltbeobachtung/Monitoring (Überwachung)

- Welche Parameter eignen sich für eine langfristige Umweltbeobachtung im Wattenmeer? Welche Ebenen der Betrachtung (Zelle, Organismus, Population, Lebensgemeinschaft, Ökosystem) sind geeignet, die (natürlichen) Ökosystemeigenschaften zu beschreiben?
- Welche biologischen und chemischen Parameter eignen sich für ein Monitoring anthropogener Einflüsse?
Unterscheiden sich diese von den Parametern zur Beschreibung der natürlichen Ökosystemeigenschaften?
- Welche Monitoringprogramme gibt es, und was leisten diese in ihrer Konzeption, in der Methode und in der Aussagekraft?

IV. Beurteilung (Bewertung)

- Welche Kriterien eignen sich zur Beschreibung natürlicher/naturnaher Zustände? Wie sind die bisher verwandten Parameter (z.B. Biomasse, Diversität, Habitate, ökosystemar

relevante Prozesse) zu beurteilen? Entzieht sich das Wattenmeer aufgrund seiner hohen natürlichen Variabilität ("Beliebigkeit" der Messergebnisse) einer Beurteilung?

- Welche Kriterien sind geeignet, Veränderungen des Ökosystems zu bewerten? Sind diese Kriterien geeignet, um Qualitätsziele zu definieren?
- Lässt sich für das Wattenmeer eine Umweltqualität bestimmen?
- Wie sollte das Wattenmeer aussehen (Leitbild)?
- Welche Leitbilder (ökosystemorientiert, landschaftsorientiert) sind entwickelbar?
- Welcher Zustand sollte angestrebt werden (Stufenziel)?
- Wie (Parameter) lässt sich der Zustand beurteilen (Qualitätsstandards)?
- Wo / wie lassen sich Veränderungen beschreiben (Referenzzustand)?
- Evaluierung der verschiedenen Bewertungsansätze: Amöbe, Ecological Targets, Internationale Nordseeschutzkonferenz, Assessment im TMAP

V. Schutzkonzepte

- Wie schützt man ein dynamisches und komplexes System?
- Welche wissenschaftlichen Kriterien sind erforderlich, um Schutzkonzepte zu erstellen?
- Lassen sich aus wissenschaftlichen Untersuchungen Erkenntnisse ableiten, die eine Reihung von Einflussintensitäten und damit eine Reihung von Prioritäten bei Schutzmaßnahmen erlauben?
- Wie können die wissenschaftlichen Erkenntnisse in Schutzkonzepte umgesetzt werden ?
- Kann es ökologisch verträgliche und ökonomisch ausgewogene Nutzungen geben?
- Ist der Mensch und seine Existenz im Wattenmeer ein Schutzgut?
- Was brauchen Kontrolleinrichtungen (NLP-V, BMU, Land), um zu handeln?
- Was beinhalten bestehende Schutzkonzepte in Niedersachsen, Schleswig-Holstein, trilateral und wo sind sie erweiterungsbedürftig?

11.5 Fragebogen des Interviews

Es ist beabsichtigt mit Hilfe des Fragenkataloges zunächst die Erfahrungen der beiden Steuergruppen abzufragen und die Erkenntnisse für die methodischen Aufarbeitung der Gesamtsynthese der Ökosystemforschung aufzubereiten und zu verwerten. Die modifizierten Fragen (a) werden den Mitarbeitern in den Nationalparkbehörden gestellt.

Steuergruppe

1. Wie beurteilen Sie die Einbindung der Steuergruppe in eine NP-Verwaltung?
- 1a. Wie beurteilen Sie die Einbindung der Steuergruppe in eine NP-Verwaltung?
2. War die Steuergruppe personell ausreichend ausgestattet?
- 2a. War die Steuergruppe aus Sicht des NPA personell ausreichend ausgestattet?
3. Hatte die Tatsache, dass die Steuergruppe nicht an der Planung der Ökosystemforschung beteiligt war, Konsequenzen?
4. Waren zu Beginn des Projektes die Aufgaben der Steuergruppe definiert?
11. Wie ist die Zusammenarbeit der Steuergruppenmitglieder trotz räumlich getrennter Unterbringung zu bewerten?
5. Wie beurteilen Sie die Zusammenarbeit zwischen A- und B-Teil?
6. Hätte etwas verändert oder verbessert werden können?
8. Wie war die Zusammenarbeit Steuergruppe/Teilprojekten?
7. Wie beurteilen Sie die Zusammenarbeit zwischen den beiden Ländern?
9. Wie beurteilt die Steuergruppe die Rolle der GÖW?
10. Haben sich die Rolle/Selbstverständnis und Aufgaben der Steuergruppe sich im Verlauf des Projektes geändert?
- 10a. Haben sich die Rolle/Selbstverständnis und Aufgaben der Steuergruppe innerhalb des NPA's sich im Verlauf des Projektes geändert?

Methodisch/Wissenschaftlich

12. Waren die ursprünglichen Projektziele realistisch und realisierbar?
13. Wie beurteilen Sie das Erreichen der Projektziele?
- 13a. Sind aus Ihrer Sicht die Projektziele erreicht und die Ergebnisse für die Arbeiten des NPA nutzbar?
14. Wie wird der wissenschaftliche Output der Ökosystemforschung im Vergleich zu Einzelprojekten bewertet?
15. Welche Ergebnisse wurden in die Praxis umgesetzt, sind in Gremien, Konzepte, die Arbeit von Ämtern eingeflossen?

16. Welche Wirkung hat die ÖSF Wattenmeer auf die Region?
17. War eine Aufstellung und anschließende Abarbeitung der Leitfragen hilfreich für die Teilsynthesen?
- 17a. Sind in die Leitfragen der ÖSF Vorstellungen des NPA eingeflossen und waren die Ergebnisse hilfreich für die Arbeit des NPA?
18. Welche zusätzlichen Bewertungskriterien, Instrumentarien sind für das Systemverständnis erzielt worden?

Organisatorisch

19. War die zeitliche Länge der einzelnen Projektschritte (Vorlauf, Erhebung, Auswertung, Synthese) angemessen?
27. Warum wurden manche Teilprojektberichte erst so spät nach Teilprojektende abgeliefert?
 - Zu viele Daten erhoben?
 - Zu kurze Zeit für Auswertung?
20. Welche Bedeutung hatten die Vor-/Pilotphasen aus wissenschaftlicher Sicht und wie wird die dadurch erfolgte Unterteilung in jeweils eigene administrative Projekte beurteilt?
25. Ist es sinnvoll, alle Teilprojekte gleichzeitig beginnen und nebeneinander laufen zu lassen?
21. Wie kann gegengesteuert werden, wenn der Zeitplan nicht einzuhalten ist?
22. Wie wird der Koordinierungsaufwand im Verhältnis zu den resultierenden Ergebnissen eingeschätzt?
23. Wurde bei der Projektplanung ausreichend Zeit für die Koordinierung vorgesehen?
24. Wie lässt sich die Koordinierung optimieren?
26. Welche Änderungen der Zielsetzungen waren in den Teilprojekten und im Gesamtvorhaben im Verlauf des Vorhabens aufgrund von wissenschaftlichen Erkenntnissen oder aktuellen politischen Anforderungen notwendig und wie haben sie sich ausgewirkt?
- 26a. Wurde bei aktuellen politischen Anforderungen auf die ÖSF (Steuergruppe/Teilprojekte) zugegriffen?
29. Was fördert bzw. behindert interdisziplinäres wissenschaftliches Arbeiten?
- 29a. Hat die ÖSF die Arbeitszusammenhänge und Arbeitsmethodik im NPA beeinflusst?
30. Ist rückblickend die Einrichtung eines wissenschaftlichen Beirates zur Begleitung eines ÖSF-Vorhabens notwendig?

Öffentlichkeitsarbeit

- 31. Hat die Öffentlichkeitsarbeit zu einem besseren Verständnis der ÖSF in der interessierten Bevölkerung geführt?
- 31a. Hat die Öffentlichkeitsarbeit der ÖSF/des NPA zu einem besseren Verständnis der ÖSF in der interessierten Bevölkerung geführt?
- 32. Ist die populärwissenschaftliche Darstellung der gewonnenen Erkenntnisse ausreichend?

Datenverarbeitung und Datenhaltung

- 33. Welche Rolle spielt die Datenhaltung/DV-Strukturen in der ÖSF?
- 33a. Welche Rolle spielt die Datenhaltung/DV-Strukturen in der ÖSF für das NPA?
- 34. Wie ist die Akzeptanz der verschiedenen Nutzerkreise gegenüber diesen Instrumenten?
- 35. Was leisten bzw. haben GIS und WATiS für die Teil-/Gesamtsynthese leisten können?
- 35a. Was leisten bzw. haben GIS und WATiS für das NPA leisten können?
- 36. Welche Erwartungen sind an die beiden Instrumente vor, im Verlauf und nach der ÖSF gerichtet worden und konnten sie eingelöst werden oder nicht?
- 37. Hat sich die Datenhaltung in einem zentralen System bewährt? War das GIS notwendig?
- 38. Wie lässt sich die vollständige und konsistente Eingabe der Daten durch die Projektnehmer gewährleisten?
- 39. Welche Schlussfolgerungen lassen sich auch für künftige Projekte ziehen?
- 40. Welche Konsequenzen ergeben sich für die Zusammenarbeit von Bund und Ländern bei der Datenhaltung?
- 40a. Welche Konsequenzen ergeben sich für die Zusammenarbeit von Bund und Ländern bei der Datenhaltung (z.B. TMAP)?

11.6 Publikationen in der Ökosystemforschung Wattenmeer

- ABT, K.F. (1998) Häufigkeit und Verteilung der Seehunde (*Phoca vitulina*) im Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 95-99
- AGATHA, S. & RIEDEL-LORJÉ, J. (1998) Morphology, infraciliature, and ecology of some strobilidiine ciliates (*Ciliophora*, *Oligotrichea*) from coastal brackish water basins of Germany. *Europ. J. Protistol.* 34: 10-17
- AGATHA, S. & RIEDEL-LORJÉ, J. (1997) Morphology, infraciliature, and ecology of halteridiids and strombidiids (*Ciliophora*, *Oligotrichea*) from coastal brackish water basins. *Arch. Protk.* 148: 445-459
- AGATHA, S. & RIEDEL-LORJÉ, J.C. (1997) Taxonomical and ecological of some Oligotrichida from brackish water basins at the coast of Schleswig-Holstein (Northern Germany). *J. Euc. Dierobiol.* 44 1: 27A
- ALBRECHT, A. (1998) Soft bottom versus hard rock: community ecology of macroalgae on intertidal mussel beds in the Wadden Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 229: 85-109
- ALBRECHT, A. & REISE, K. (1994) Effects of *Fucus vesiculosus* covering intertidal mussel beds in the Wadden Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 243-256
- ARMONIES, W. (1998) Driftendes Benthos im Wattenmeer: Spielball der Gezeitenströmungen? In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 473-498
- ARMONIES, W. (1996) Changes in distribution patterns of O-group bivalves in the wadden sea: byssus drifting releases juveniles from the constraints of hydrography. *J. Sea Res.* 35: 323-334
- ARMONIES, W. & HARTKE, D. (1995) Floating of mud snails *Hydrobia ulvae* in tidal waters of the Wadden Sea, and its implications in distribution patterns. *Helgoländer Meeresunters.* 49: 529-538
- ARMONIES, W. (1994) Drifting meio- and macrobenthic invertebrates on tidal flats in Königshafen: a review. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 299-320
- ARMONIES, W. (1994) Turnover of postlarval bivalves in sediments of tidal flats in Königshafen (German Wadden Sea). *Helgoländer Meeresunters.* 48: 291-297
- ARMONIES, W. (1992) Migratory rhythms of drifting juvenile molluscs in tidal waters of the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 83: 197-206
- ASMUS, H. & ASMUS, R. (1998) The role of macrobenthic communities for the material exchange of the Sylt-Rømø tidal basin. *Senckenbergiana marit.* 29 (1/6): 111-119
- ASMUS, H., LACKSCHEWITZ, D., ASMUS, R., SCHEIFFARTH, G., NEHLS, G & HERRMANN, J.-P. (1998) Transporte im Nahrungsnetz eulitoral der Wattflächen des Sylt-Rømø Wattenmeeres. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 393-420
- ASMUS, R. M. & ASMUS, H. (1998) Bedeutung der Organismengemeinschaften für den benthopelagischen Stoffaustausch im Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 257-302
- ASMUS, R.M., JENSEN, M.H., JENSEN, K.M., KRISTENSEN, E. u.a. (1998) The role of water movement and spatial scaling for measurement of dissolved inorganic nitrogen fluxes in intertidal sediments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*: 46: 221-232

- ASMUS, R. M., JENSEN, M.H., MURPHY, D. & DOERFFER, R. (1998) Primärproduktion von Mikrophytobenthos, Phytoplankton und jährlicher Biomasseertrag des Makrophytobenthos im Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 367-391
- ASMUS, R.M. & BAUERFEIND, E. (1994) The microphytobenthos of Königshafen - spatial and seasonal distribution on a sandy tidal flat. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 257-276
- ASMUS, H. (1994) Benthic grazers and suspension feeders: which one assumes the energetic dominance in Königshafen? *Helgoländer Meeresunters.* 48: 217-231
- ASMUS, H., ASMUS, R.M., PRINS, T.C., DANKERS, N. et al. (1992) Benthic-pelagic flux rates on mussel beds: tunnel and tidal flume methodology compared. *Helgoländer Meeresunters.* 46: 341-361
- ASMUS, R.M., ASMUS, H., WILLE, A. et al. (1992) Complementary oxygen and nutrient fluxes in seagrass beds and mussels banks? *Proc. Joint ECSA/ERF Symp.*: 227-237
- ARMONIES, W. & HELLWIG-ARMONIES, M. (1992) Passive settlement of *Macoma balthica* spat on tidal flats of the Wadden Sea and subsequent migration of juveniles. *Neth. J. Sea Res.* 29: 371-378
- AUSTEN, G., FANGER, H.-U., KAPPENBERG, J., MÜLLER, A., PEJRUP, M. et al. (1998) Schwebstofftransport im Sylt-Rømø Tidebecken: Messungen und Modellierung. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 185-214
- AUSTEN, I. (1997) Temporal and spatial variations of biodeposits - a preliminary investigation of the role of fecal pellets in the Sylt-Rømø tidal area. *Helgoländer Meeresunters.* 51: 281-294
- AUSTEN, I. (1994) The surficial sediments of Königshafen - variations over the past 50 years. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 163-171
- AUSTEN, G. (1994) Hydrodynamics and particulate matter budget of Königshafen, southeastern North Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 183-200
- AUSTEN, I. (1992) Geologisch-sedimentologische Kartierung des Königshafens (List/Sylt). *Meyniana* 44: 45-52
- BACKHAUS, J., HARTKE, D., HÜBNER, U., LOHSE, H. & MÜLLER, A. (1998) Hydrographie und Klima im Lister Tidebecken. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 39-54
- BÄUMER, H.-P. (1994) Stochastic simulation of dynamic point patterns. In: FAULBAUM, F. (ed.) *SoftStat '93: Advances in statistical software 4*. G. Fischer Verlag Stuttgart: 145-152
- BÄUMER, H.-P., ORTLEB, H., PFEIFER, D. & SCHLEIER-LANGNER, U. (1994) Stochastic modelling of spatial dynamic patterns. Applications in ecology. In: DUTTER, R. & GROSSMANN W. (eds.) *Compstat. Proc. in computational statistics. 11th Symposium, Vienna 1994*. Physica-Verlag Heidelberg: 120-125
- BAYERL, K. & KÖSTER, R. (1998) Morphogenese des Lister Tidebeckens. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 25-29
- BAYERL, K., AUSTEN, I., KÖSTER, R., PEJRUP, M. & WITTE, G. (1998) Dynamik der Sedimente im Lister Tidebecken. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 127-159

- BAYERL, K., KÖSTER, R. & MURPHY, D. (1998) Verteilung und Zusammensetzung der Sedimente im Lister Tidebecken. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 31-38
- BAYERL, K.-A. & AUSTEN, I. (1994) Vergleich zweier Faziesbereiche im nördlichen Sylter Wattenmeer (Deutsche Bucht) - unter besonderer Berücksichtigung biodepositärer Prozesse. *Meyniana* 46: 37-57
- BAYERL, K.A. & HIGELKE, B. (1994) The development of northern Sylt during the latest holocene. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 145-162
- BEERMANN-SCHLEIFF, S., BRECKLING, P. & NELLEN, W. (1991) Fischereibiologische Untersuchungen an Prielen im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. *Arb. Dt. Fischereiverb.* 52: 29-44
- BEHREND, B. & LIEBEZEIT, G. (1998) articulate amino acids in Wadden Sea waters - seasonal and tidal variations
- BERGHAHN, R. (1999) Reference areas in the marine coastal environment - zero use? Beitrag für das 4th International Symposium on Flatfish Ecology, North Carolina USA, 18.-23.10.1999. *J. Sea Res.*
- BERGHAHN, R. & OFFERMANN, U. (1998) Laboratory investigations on larval development, motility, and settlement of white weed (*Setularia cupressina* L.) in view of is assumed decrease in the Wadden Sea. *Hydrobiologia*
- BERGHAHN, R. & VORBERG, R. (1998) Schwierigkeiten bei der Auswahl und der Bewertung von Referenzgebieten. *SDN* (2): 84-106
- BERGHAHN, R. & PURPS, M. (1997) Impact of discard mortality in *crangon* fisheries on year-class strength of North Sea flatfish species. *J. Sea Res.*: 83-91
- BERGHAHN, R. (1996) Episodic mass invasions of juvenile gadoids into the Wadden Sea and their consequences for the population dynamics of brown shrimp (*Crangon crangon*). *Mar. Ecol.* 17: 251-260
- BERGHAHN, R. (1995) Der Beifang in der Garnelenfischerei und die Forderung nach fischereifreien Zonen im Wattenmeer. *Arb. Dt. Fisch.* 60: 23-50
- BERGHAHN, R., WIESE, K. & LÜDEMANN, K. (1995) Physical and physiological aspects of gear efficiency in North Sea brown shrimp fisheries. *Helgoländer Meeresunters.* 49: 507-518
- BERGHAHN, R., LÜDEMANN, K. & RUTH, M. (1995) Differences in individual growth of newly settled O-group plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the intertidal of neighbouring Wadden Sea areas. *Neth. J. Sea Res.* 34: 131-138
- BERGHAHN, R. (1994) Auswirkungen der Garnelenfischerei auf Wirbeltiere und Krebse im Wattenmeer. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 248-253
- BERGHAHN, R. (1994) Ökosystemforschungsprojekt „Garnelenfischerei“ abgeschlossen. *Fischerblatt* 42, Heft 12: 360-362
- BERGHAHN, R. (1994) Garnelenfischerei im Wattenmeer. *SDN-Magazin*, Heft 1: 12-13
- BERGHAHN, R. (1993) On the reduction of by-catch in the German shrimp fishery. *Proc. Intern. Conf. Shrimp By-Catch*, Buena Vista, Florida, 24-27 May 1992: 279-283
- BERGHAHN, R. (1993) Situation und Auswirkungen: Krabben-Fischerei im Wattenmeer - Wattenmeer Intern., Heft 3: 4-5
- BERGHAHN, R. (1993) „Eimeraktionen“ - möglicher Beitrag der Garnelenfischerei zur Umweltüberwachung? *Fischerblatt* 41, Heft 3: 79-81

- BERGHAHN, R. & VORBERG, R. (1993) Auswirkungen der Garnelenfischerei im Wattenmeer. Arb. Dt. Fisch. 57: 103-125
- BERGHAHN, R., BULLOCK, A.M. & KARAKIRI, M. (1993) Effects of solar radiation on the population dynamics of juvenile flatfish in the shallows of the Wadden Sea. J. Fish. Biol. 42: 329-345
- BERGHAHN, R., HERPEL, R. & LANGE, K. (1993) Von-Holdt-Rollen für die "Krabben"-Fischerei. Fischerblatt 41, Heft 12: 333-337
- BERGHAHN, R., WALTEMATH, M. & RIJNSDORP, A. (1992) Mortality of fish from the by-catch of shrimp vessels in the North Sea. J. Appl. Ichthyol. 8: 293-306
- BERGHAHN, R. (1992) Garnelenfischerei, Seehunde und Möwen. Fischerblatt 40, Heft 3: 88-93
- BERGHAHN, R. (1992) Fischerei im Wattenmeer - Garnelenfischerei. Fischerblatt 40, Heft 4: 129-132
- BERGHAHN, R. (1992) Winterfischerei - Auswertung biologischer Proben vielversprechend. Fischerblatt 40, Heft 11: 345
- BERGHAHN, R. (1992) Unterwasser-Video-Vorführungen. Fischerblatt 40, Heft 12: 362-363
- BERGHAHN, R. (1992) WWF-Gutachten zum Schutz des Wattenmeeres. Fischerblatt 40, Heft 4: 128-129
- BERGHAHN, R. & RÖSNER, H.-U. (1992) A method to quantify feeding of seabirds on discard from the shrimp fishery in the North Sea. Neth. J. Sea Res. 28: 347-350
- BERGHAHN, R. (1991) Fangtechnik in der Garnelenfischerei unter Nordseeschutzaspekten. Seevögel 12 (Sonderh. 1): 11-12
- BERGHAHN, R. (1991) Winterfischerei auf Garnelen - ja oder nein? Fischerblatt 39, Heft 6: 173-179
- BERGHAHN, R. (1990) On the potential impact of shrimping on trophic relationships in the Wadden Sea. Proc. 24th EMBS, Aberdeen University Press: 130-140
- BIETZ, H., MATTIG, F.R., BECKER, P.H. & BALLIN, U. (1997) Spatial and temporal variation in heavy metal contamination of *Nereis* and *Cerastoderma* in the Wadden Sea. Arch. Fish. Mar. Res. 45: 243-254
- BLOME, D. (1996) An inventory of the free-living marine nematodes of the East Frisian Wadden Sea including the estuaries of the rivers Ems, Jade, and Weser. In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat. Senckenbergiana marit. 26-3/6: 107-115
- BLOME, D., SCHLEIER, U. & v. BERNEM, K.-H. (1998) Analysis of the small-scale spatial patterns of free-living marine nematodes from tidal flats in the East Frisian Wadden Sea. Mar. Biol.
- BODENBENDER, J. (1997): Austausch gasförmiger Stickstoff-, Kohlenstoff- und Schwefelverbindungen zwischen Wattenmeer und Atmosphäre - Beitrag zur Bilanzierung der Austauschprozesse im Sylt-Rømø-Wattgebiet. IFU Schriftenreihe, 43 Wiss.-Verlag, Frankfurt/M.
- BODENBENDER, J. & PAPEN, H. (1998) Bedeutung gasförmiger Komponenten an den Grenzflächen Sediment/Atmosphäre und Wasser/Atmosphäre im Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 303-340
- BORCHARDT, T. (1995) Bessere Überlebenschancen für junge Seehunde. Seevögel 16: 46-49

- BÖTTCHER, M.E., OELSCHLÄGER, B., HÖPNER, T. & BRUMSACK, H. (1997) Sulfate reduction and $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ effects related to the formation of anoxic sediment surfaces in tidal sandflats of the German Wadden Sea (Southern North Sea). In: Intern. Symp. on Isotope Techniques in the Study of Past and Current Environmental Changes in the Hydrosphere and the Atmosphere (IAEA-SM-349), Vienna, 14.-18.4.1997, Extended Synopses: 132-133
- BÖTTCHER, M.E., OELSCHLÄGER, B., HÖPNER, T., BRUMSACK, H. & RULLKÖTTER, J. (1998) Sulfate reduction related to the early diagenetic degradation of organic matter and „black spot“ formation in tidal sandflats of the German Wadden Sea (southern North Sea): stable isotope (^{13}C , ^{34}S , ^{18}O) and other geochemical results. Org. Geochem. Vol. 29, 5-7: 1517-1530
- BÖTTCHER, M.E., OELSCHLÄGER, B., HÖPNER, T., BRUMSACK, H. u.a. (1997) Stable Isotope (^{34}S , ^{13}C) discriminations related to the formation of anoxic sediment surfaces on tidal sandflats of the German Wadden Sea (Southern North Sea). In: TERRA NOSTRA, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung, Heft 2: 18-19
- BÖTTCHER, M.E., RUSCH, A., HÖPNER, T. & BRUMSACK, H.-J. (1996) Black spots in the German Wadden sea: $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ effects associated with intense sulfate reduction. J. Conf. Abst. Vol. 1: 74
- BÖTTCHER, M.E., RUSCH, A., HÖPNER, T. & BRUMSACK, H.-J. (1996) Stable sulfur isotope effects related to local intense sulfate reduction in a tidal sandflat (southern North Sea). Jahrestagung Arbeitsgemeinschaft Stabile Isotope, 30.9.-2.10.96, Berlin, Abstracts: 26
- BÖTTCHER, M.E., RUSCH, A., HÖPNER, TH. & BRUMSACK, H.-J. (1997) Stable sulfur isotope effects related to local intense sulfate reduction in a tidal sandflat (Southern North Sea): Results from loading experiments. Isotopes Environ. Health Stud. 33: 109-129
- BRECKLING, P. (1994) Neue Umweltbeobachtungsprogramme in Küstengewässern der Nordsee. Arb. Dt. Fisch. 60: 68-81
- BRECKLING, P. & NEUDECKER, T. (1994) Monitoring the fish fauna in the Wadden Sea with stow nets. (Part 1): A comparison of demersal and pelagic fish fauna in a deep tidal channel. Arch. Fish. Mar. Res. 42: 3-15
- BRUNCKHORST, H. & RÖSNER, H.-U. (1998) Das Vorkommen von Pfeifenenten (*Anas penelope*) im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Corax 17: 81-96
- BRUNS, R., JENSEN, K.M., JENSEN, M.H., KRISTENSEN, E. u.a. (1998) Benthische Stickstoffumsätze und ihre Bedeutung für die Bilanz gelöster anorganischer Stickstoffverbindungen im Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 219-232
- BUHS, F. & REISE, K. (1997) Epibenthic fauna dredged from tidal channels in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein: spatial patterns and a long-term decline. Helgoländer Meeresunters. 51: 343-359
- DELAFONTAINE, M., BARTHOLOMÄ, A., FLEMMING, B. & KURMIS, R. (1996) Volume-specific dry POC mass in surficial intertidal sediments: a comparison between biogenic muds and adjacent sand flats. In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat. Senckenbergiana marit. 26-3/6: 167-178
- DERNEDDE, T. (1994) Foraging overlap of three gull species (*Larus* spp.) on tidal flats in the Wadden Sea. Ophelia, Suppl. 6: 225-238
- DERNEDDE, T. (1993) Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungszusammensetzung von Silbermöwe (*Larus argentatus*), Sturmmöwe (*L. canus*) und Lachmöwe (*L. ridibundus*) im Königshafen/Sylt. Corax 15: 222-240

- DIERßEN, K., EISCHEID, I., HÄRDTLE, W., HAGGE, H., HAMANN, U. et al. (1991) Geobotanische Untersuchungen an den Küsten Schleswig-Holsteins. Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. 3: 129-155
- DITTMANN, S. (1996) Resilience and exchange processes: integrated view on the ecosystem of the Wadden Sea. Wadden Sea Newsletter, Heft 3: 8-9
- DITTMANN, S.; MARENCIC, H. & ROY, M. (1997) Ökosystemforschung im Niedersächsischen Wattenmeer. In: FRÄNZLE, O., MÜLLER, F. & SCHRÖDER, W. (Hrsg.) Handb. der Umweltwissenschaften - Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. ecomed Verlag. V 4.1.2: 1-15
- EBENHÖH, W. (1993) Coexistence of similar species in models with periodic environments. Ecol. Model. 68: 227-247
- EBENHÖH, W. (1992) Temporal organization in a multi-species model. Theor. Pop. Bio. 42: 152-171
- EDELVANG, K. (1997) Tidal variation of settling diameters of suspended matter on a tidal mud flat. Helgoländer Meeresunters. 51: 269-279
- EITNER, V. & RAGUTZKI, G. (1994) Temporal and spatial variability of tidal flat
- EXO, K.-M. (1996) Habitat specific and seasonal changes of the daily activity patterns in Oystercatcher (*Haematopus ostralegus*) Proc. 5. European Conf. Wildlife Telemetry, Strasbourg
- EXO, K.-M. (1993) Raum-Zeit-Muster von Rastvögeln im Rückseitenwatt der Insel Spiekeroog. Jber. Institut für Vogelforschung. 1: 12-13
- EXO, K.-M. & PETERSEN, B. (1997) Die nahrungsökologische Bedeutung *Lanice conchilega* geprägter Mischwatten für Watvögel und Möwen. Jber. Institut für Vogelforschung 3: 23
- EXO, K.-M. & WAHLS, S. (1995) Zeit und Energiebudgets von Rastvögeln im Wattenmeer. Eine Fallstudie am Kiebitzregenpfeifer (*Pluvialis squatarola*). Jber. Institut für Vogelforschung 2: 12
- EXO, K.-M., BECKER, P.H., HÄLTERLEIN, B., HÖTKER, H. et al. (1996) Bruterfolgsmonitoring bei Küstenvögeln. Vogelwelt 117: 287-293
- EXO, K.-M., KETZENBERG, C. & BRADTER, U. (1998) Raum-Zeit-Muster von Gastvögeln. In: Umweltatlas Wattenmeer, 2
- FANGER, H.-U., BACKHAUS, J., HARTKE, D., HÜBNER, U. & MÜLLER, A. (1998) Hydrodynamik im Lister Tidebecken: Messungen und Modellierung. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 161-184
- FLOTHMANN, S. & WERNER, I. (1992) Experimental eutrophication on an intertidal sandflat: effects on microphytobenthos, meio- and macrofauna. In: COLOMBO, G. et al. (eds.) Marine eutrophication and population dynamics. Olsen & Olsen, Fredensborg, Dänemark: 93-100
- FOCK, H. & REINKE, H.-D. (1994) Structure, diversity and stability of a salt marsh Hemiedaphic Invertebrate Community. Ophelia, Suppl. 6: 297-314
- FREITAG, T., LEU, T., GERDES, G., KLENKE, T. & KRUMBEIN, W.E. (1996) Microbiological and biogeochemical characterisation of back barrier tidal flat deposits (Spiekeroog, Southern North Sea). In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat. Senckenbergiana marit. 26-3/6: 145-156
- GÄTJE, C. (1998) SWAP-Ecosystem research in the schleswig-holstein wadden sea: a synopsis. Senckenbergiana marit.: 29 (1/6): 89-92

- GÄTJE, C. (1994) Ökosystemforschung im Nationalpark schleswig-holsteinisches Wattenmeer. Arb. Dt. Fisch. 60: 1-11
- GÄTJE, C., KELLERMANN, A. & SCHREY, E. (1993) Schleswig-Holstein: Monitoring - in Zukunft international. Wattenmeer Intern., Heft 2: 8-9
- GÄTJE, C., KELLERMANN, A. & STOCK, M. (1998) Vorschlag für ressourcennutzungsfreie Kernzonen als Ergebnis der schleswig-holsteinischen Ökosystemforschung. SDN (2): 44-58
- GROENEWOLD, S., BERGHAHN, R. & ZANDER, C.-D. (1996) Parasite communities of four fish species in the Wadden Sea and the role of fish discarded by the shrimp fisheries in parasite transmission. Helgoländer Meeresunters. 50: 69-85
- GUBERNATOR, M. (1995) Economical background of the shrimp fishery in Lower Saxony and Schleswig-Holstein. Wadden Sea Newsletter, Heft 2: 15-17
- GUBERNATOR, M. (1994) Sozioökonomischer Vergleich der niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Fischereiwirtschaft. Inf. Fischwirtsch. 41: 136-141
- GÜNTHER, C.-P. (1996) Small-scale patterns of recently settled *Macoma balthica* in the Wadden Sea. In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat. Senckenbergiana marit. 26-3/6: 117-125
- GÜNTHER, C.-P., BOYSEN-ENNEN, E., NIESEL, V., HASEMANN, C., HEUERS, J., BITTKAU, A., FETZER, I., NACKEN, M., SCHLÜTER, M. & JAKLIN, S. (1998) Observations of a mass occurrence of *Macoma balthica* larvae in midsummer. J. Sea Res. 40, NOS 3-4: 347-351
- HÄLTERLEIN, B. & BEHM-BERKELMANN, K. (1991) Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1990 - Vierte Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft "Seevogelschutz". Seevögel 12: 47-51
- HÄLTERLEIN, B. & HECKENROTH, H., MERCK, T. (1995) Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten des deutschen Wattenmeere- und Nordseebereichs (mit Anhängen: nicht gefährdete Brut- und Gasvogelarten besonderer Bedeutung). Schriftenr. Landschaftspfl. u. Natursch. 44: 119-133
- HÄLTERLEIN, B. & STEINHARDT, B. (1993) Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1991. Fünfte Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft "Seevogelschutz". Seevögel 14: 1-5
- HÄLTERLEIN, B. & SÜDBECK, P. (1996) Brutbestands-Monitoring von Küstenvögeln an der deutschen Nordseeküste. Vogelwelt 117: 277-285
- HÄLTERLEIN, B., FLEET, D.M. & RÖSNER, H.-U. (1991) Gebietsdefinitionen für Brut- und Rastvogelzählungen an der schleswig-holsteinischen Westküste. Seevögel 12: 21-25
- HÄLTERLEIN, B., FLEET, D.M., HENNEBERG, H.R., MENNEBÄCK, T., RASMUSSEN, L.M., SÜDBECK, P. et al. (1995) Anleitung zur Brutbestandserfassung von Küstenvögeln im Wattenmeerbereich. Seevögel 16: 3-24
- HERLYN, M. (1996) Zur Bestandssituation der Miesmuschelbänke des niedersächsischen Wattenmeeres. Mitteilungen aus der NNA, Heft 1: 56-61
- HERLYN, M., MILLAT, G. & MICHAELIS, H. (1999) Einfluß der Besatzmuschelentnahme auf die Entwicklung eulitoralischer Neuansiedlungen von *Mytilus edulis* im niedersächsischen Wattenmeer. Ber. Forschungst. Küste, 42
- HERRMANN, J.-P., JANSEN, S. & TEMMING, A. (1998) Fische und dekapode Krebse in der Sylt-Rømø Bucht. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 81-88
- HERRMANN, J.-P., JANSEN, S. & TEMMING, A. (1998) Konsumtion durch Fische und dekapode Krebse sowie deren Bedeutung für die trophischen Beziehungen in der Sylt-

- Rømø Bucht. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 437-462
- HERRMANN, J.-P., JANSEN, S. & TEMMING, A. (1998) Saisonale, diurnale und tidale Wanderungen von Fischen und der Sandgarnele (*Crangon crangon*) im Wattenmeer bei Sylt. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 499-514
- HERTWECK, G. (1998) Facies characteristics of back-barrier tidal flats of the East Frisian island of Spiekeroog, southern North Sea. In: Tidalites: Processes and products. SEPM Special Publication 61: 23-30
- HERTWECK, G. & LIEBEZEIT, G. (1996) Biogenic and geochemical properties of intertidal biosedimentary deposits related to *Mytilus* beds. Mar. Ecol. 17: 131-144
- HESSE, K.-J., TILLMANN, U., NEHRING, S. & BROCKMANN, U. (1995) Factors controlling phytoplankton distribution in coastal Waters of the German Bight (North Sea). In: ELEFThERIOU, A., Ansell, A. D. & Smith, C. J. (eds.) Biology and ecology of shallow coastal waters. Olsen & Olsen, Fredensborg, Dänemark: 11-22
- HEUERS, J., JAKLIN, S., ZUEHLKE, R., DITTMANN, S. GÜNTHER, C.-P. u.a. (1998) A model on the distribution and abundance of the tube-building polychaete *Ianice conchilega* (Pallas, 1766) in the intertidal of the Wadden Sea. Sonderdruck aus Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Bd. 28: 207-215
- HIGELKE, B. (1998) Morphodynamik des Lister Tidebeckens. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 103-126
- HILGERLOH, G. (1998) Year to year changes in the share of cockles (*Cerastoderma edule*) and blue mussels (*Mytilus edulis*) in the food of eiders (*Somateria mollissima*) on 6 East Frisian islands. Senckenb. marit. 29 (Suppl.): 71-73
- HILGERLOH, G. (1997) Predation by birds on blue mussel *Mytilus edulis* beds of the tidal flats of Spiekeroog (southern North Sea). Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 146: 61-72
- HILGERLOH, G. (1996) Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) als Nahrung von Eiderenten (*Somateria mollissima*) auf den Nordseeinseln Langeoog und Spiekeroog. Acta ornithoecol. 33: 239-243
- HILGERLOH, G. & HERLYN, M. (1996) Auswirkungen der Prädation durch Vögel auf eine junge Miesmuschelbank. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 89.1: 308
- HILGERLOH, G., HERLYN, M. & MICHAELIS, H. (1997) The influence of predation by herring gulls (*Larus argentatus*) and oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) on a newly established mussel *Mytilus edulis* bed in autumn and winter. Helgoländer Meeresunters. 51: 173-189
- HÖCK, M. & RUNTE, K.-H. (1996) Schwermetallkonzentrationen in einem Schichtprofil aus den Watten nordwestlich von Büsum. Meyniana 48: 35-48
- HÖCK, M. & RUNTE, K.-H. (1993) Sedimentologisch-geochemische Untersuchungen zur Schwermetallentwicklung in den Wattgebieten nördlich der Hallig Oland. Meyniana 45: 181-189
- HÖCK, M. & RUNTE, K.-H. (1992) Sedimentologisch-geochemische Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung der Schwermetallbelastung im Wattgebiet vor dem Morsum-Kliff/Sylt. Meyniana 44: 129-137
- HÖPNER, T. (1998) Anthropogene Störungen. Tidenküsten VI-2.1.10. Handb. der Umweltwissenschaften 5: 1-10
- HÖPNER, T. (1998) Drei Ökosystemforschungs-Projekte - und nun? In: Lachmann, S. & Rösel, B. (Hrsg.): Vom Krisenmanagement zum vorsorgenden Umweltschutz: 13-26

- HÖPNER, T. (1998) Wattenmeer. Lexikon der Bioethik. Gütersloher Verlagshaus, Gütersloh: 752-754
- HÖPNER, T. (1997) Black days in the German Wadden Sea. *Ocean Challenger* 7: 36-39
- HÖPNER, T. (1996) Schwarze Tage im Nationalpark Wattenmeer. *Spektrum der Wissenschaft*. August 1996: 16-22
- HÖPNER, T. (1995) Ökologischer Zustand der Flußmündungen an Nord- und Ostsee - Ein Überblick. In: LÜTZENKIRCHEN, M. (Hrsg.) *Wasser zwischen Land und Meer - Flußmündungen unter Druck*. Tagungsbericht 10 der Umweltstiftung WWF-Deutschland, Bremen: 33-49
- HÖPNER, T. (1995) Ein Fluß an der Grenze - Die Ems. In: LÜTZENKIRCHEN, M. (Hrsg.) *Wasser zwischen Land und Meer - Flußmündungen unter Druck*. Tagungsbericht 10 der Umweltstiftung WWF-Deutschland, Bremen: 245-254
- HÖPNER, T. (1994) Variability and inhomogeneity. Guidelines of ecosystem research in the Wadden Sea of Lower Saxonia. *Ophelia*, Suppl. 6: 153-162
- HÖPNER, T. (1994) Auswirkungen der Ästuarvertiefung in der Emsmündung. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 171-175
- HÖPNER, T. (1994) Ökologische Wirkungen der Fahrwasservertiefung: Beispiel Ems. In: Schutzgemeinschaft Deutsche Nordseeküste e.V. (Hrsg.) *Fahrwasservertiefungen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt*. Wilhelmshaven: 90-93
- HÖPNER, T. (1993) Ökosystemforschung Wattenmeer: Ergebnisse und Umsetzung einer Forschungsplanung. *ARSU* 3: 59-62
- HÖPNER, T. (1993) Emsmündung: Baggern kontra Küstenschutz. *Wattenmeer Intern.*, Heft 1: 22-23
- HÖPNER, T. (1991) The ecological state of the Wadden Sea. An Assessment. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 76: 317-326
- HÖPNER, T. & MEURS, G. (1996) Von Schwarzen Flecken und Schwarzen Flächen. *Einblick* Nr. 24 (Univ. Oldenburg): 4-8
- HÖPNER, T. & MICHAELIS, H. (1994) Sogenannte „Schwarze Flecken“ - ein Eutrophierungssymptom des Wattenmeeres. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 153-159
- HÖPNER, T. & OELSCHLÄGER, B. (1996) From the warning signal of the case of emergency. History, course and explanation of the black area event of summer. *Dtsch. Hydr. Zeitschr.*, Suppl. 7, Aktuelle Probleme der Meeresumwelt: 11-20
- HÖPNER, T., OELSCHLÄGER, B. (1997) Die Schwarze-Flächen-Katastrophe im Juni 1996 im Ostfriesischen Watt. *BODDEN* 5: 177-188
- HÖPNER, TH., KELLNER, I. (1998) Ecological Quality Objectives (EQOs) of the Wadden Sea are interlinked and hierarchically interdependent. *Senckenbergian mar.* 29: 177-183
- HÖTKER, H., KÖLSCH, G. & HENK VISSER, G. (1996) Der Energieumsatz brütender Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta*). *J. Ornithologie* 137: 203-212
- HÜPPOP, O. (1993) Auswirkungen von Störungen auf Küstenvögel. Dokumentation des Vortragszyklus "Wilhelmshavener Tage" 4: 95-105
- HÜPPOP, O. & HAGEN, K. (1990) Der Einfluß von Störungen auf Wildtiere am Beispiel der Herzschräglrate brütender Austernfischer (*Haematopus ostralegus*). *Vogelwarte* 35: 301-310
- HÜPPOP, O. & HÜPPOP, K. (1995) Der Einfluß von Landwirtschaft und Wegenutzung auf die Verteilung von Küstenvogel-Nestern auf Salzwiesen der Hallig

- JAKLIN, S. & GÜNTHER, C.-P. (1996) Macrobenthic driftfauna of the Gröninger Plate. In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat. *Senckenbergiana marit.* 26-3/6: 127-134
- KAISER, M. (1998): The significance of ecosystem research in the Wadden Sea for monitoring and management. *Senckenbergiana marit.* 29 (1/6): 173-176
- KAISER, M. (1998) Ökosystemforschung Wattenmeer - Eine Einführung. *Handb. der Umweltwissenschaften - 1. Erg. Lfg.* 5/98: 1
- KAISER, M. (1991/1992) Ziele und erste Ergebnisse der Ökosystemforschung Wattenmeer. *Dt. Hydrogr. Zeitschr.* 44: 311-319
- KAPPENBERG, J., FANGER, H.-U. & MÜLLER, A. (1998) Currents and suspended particulate matter in tidal channels of the Sylt-Rømø basin. *Senckenbergiana mar.* 29 (1/6): 93-100
- KELLERMANN, A., GÄTJE, C. & SCHREY, E. (1997) Ökosystemforschung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. In: FRÄNZLE, O., MÜLLER, F. & SCHRÖDER, W. (Hrsg.) *Handb. der Umweltwissenschaften - Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung.* ecomed Verlag. V-4.1.1: 1-16
- KELLERMANN, A., LAURSEN, K., RIETHMÜLLER, R., SANDBECK, P. et al. (1994) Concepts for a trilateral integrated monitoring program in the Wadden Sea. *Ophelia*, Suppl. 6: 57-68
- KERSTEN, M., FÖRSTNER, U., KRAUSE, P., KRIEWS, M., DANNECKER, W. et al. (1992) Pollution source reconnaissance using stable lead isotope ratios (206/207 Pb). In: VERNET, J.-P. (ed.) *Impact of heavy metals on the environment.* Elsevier Verlag Amsterdam: 311-325
- KETZENBERG, C. (1993) Auswirkung von Störungen auf nahrungssuchende Eiderenten (*Somateria mollissima*) im Königshafen/Sylt. *Corax* 15: 241-244
- KETZENBERG, C. & EXO, K.-M. (1997) Windenergieanlagen und Raumansprüche von Küstenvögeln. *Natur und Landschaft*, Heft 7/8: 352-357
- KETZENBERG, C. & EXO, K.-M. (1996) Habitatwahl rastender Goldregenpfeifer (*Pluvialis apricaria*). *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 89.1: 309
- KETZENBERG, C. & EXO, K.-M. (1994) Time budgets of migrating waders in the Wadden Sea: results of the interdisciplinary project ecosystem research Lower Saxonian Wadden Sea. *Ophelia*, Suppl. 6: 315-321
- KIEHL, K. & STOCK, M. (1994) Natur- oder Kulturlandschaft? Wattenmeersalzwiesen zwischen den Ansprüchen von Naturschutz, Küstenschutz und Landwirtschaft. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) *Warnsignale aus dem Wattenmeer.* Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 190-196
- KNAUER, P. (1991) Ecosystem research in the Wadden Sea. *Wadden Sea Newsletter*, Heft 1: 7-8
- KNAUTH-KÖHLER, K., ALBERS, B., KRUMBEIN, W.E. (1996) Microbial mineralization of organic carbon and dissolution of inorganic carbon from mussel shells (*Mytilus edulis*). In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat. *Senckenbergiana marit.* 26-3/6: 157-165
- KNOKE, V. (1994) Touristische Aktivitäten im Nationalpark „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer“: Methodik einer Bestandsaufnahme und Beispiele für Auswirkungen auf die Vogelwelt. *Ber. Vogelschutz* 32: 75-83
- KOHL, M. (1993) Ermittlung des Anteils regionaler Verursacher an der Nährstoffbelastung des ostfriesischen Wattenmeeres. *ARSU* 3: 50-58

- KOHLUS, J. (1993) Kartographie ökologischer Objekte im Wattenmeer. Greifswalder Geograph. Schriften, 10S.
- KOHLUS, J. (1992) Der GIS-Einsatz am Nationalparkamt für das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer - Ein Subzentrum der WATIS. In: GÜNTHER, O., SCHULZ, K.P. & SEGGELE, J. (Hrsg.) Umweltanwendungen geographischer Informationssysteme (UGIS) Tagungsband 1992: 118-126
- KOPACZ, U. (1994) Evidence for tidally-induced vertical migration of some gelatinous zooplankton in the Wadden Sea area near Sylt. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 333-342
- KÖSTER, R. & RICKLEFS, K. (1998) Sediments and suspended matter in the Sylt-Rømø tidal area: A summary of results collected in the „SWAP“-Project. *Senckenbergiana marit.* 29 (1/6): 101-109
- KRISTENSEN, E., JENSEN, M.H. & JENSEN, K.M. (1997) Temporal variations in microbenthic metabolism and inorganic nitrogen fluxes in sandy and muddy sediments of a tidally dominated bay in the northern Wadden Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 51: 295-320
- KRISTENSEN, E., JENSEN, M.H., & JENSEN, K.M. (1998) Sulfur dynamics in sediments of Königshafen. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) *Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse.* Springer Verlag Berlin: 233-256
- KRÖNCKE, I. (1996) Impact of biodeposition on macrofaunal communities in intertidal sandflats. *Mar. Ecol.* 17: 159-174
- KUBE, J., RÖSNER, H.U., BEHMANN, H., BRENNING, U. & GROMADZKA, J. (1994) Der Zug des Alpenstrandläufers (*Calidris alpina*) an der südlichen Ostseeküste und im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer im Sommer und Herbst 1991. *Corax* 15 (Sonderheft 2): 73-82
- LANGNER, I. (1997) Statische Klassifizierung der räumlichen und zeitlichen Heterogenität von Nährstoffkonzentrationen im Porenwasser von Wattsedimenten. *Forschungszentrum Terramare Berichte* 6: 5-97
- LANGNER-VAN VOORST, I. & HÖPNER, T. (1996) Horizontal and vertical inhomogeneity of nutrient concentrations in porewater of an intertidal sandflat (Gröninger Plate. In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) *Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat.* *Senckenbergiana marit.* 26-3/6: 179-194
- LIEBEZEIT, G., BEHRENDT, B. & KRAUL, T. (1996) Variability of nutrients and particulate matter in backbarrier tidal flats of the East Frisian Wadden Sea. In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) *Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat.* *Senckenbergiana marit.* 26-3/6: 195-202
- LIEBEZEIT, G., HILGERLOH, G. & EICHWEBER, G. (1991) Ecosystem research in Lower Saxony. *Wadden Sea Newsletter*, Heft 1: 13-14
- LOHSE, H., MÜLLER, A. & SIEWERS, H. (1995) Mikrometeorologische Messungen im Wattenmeer. GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH (Hrsg.): 1-50
- LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K., WESTERNHAGEN, H. von & LENZ, W. (1994) Überblick: Warnsignale aus dem Wattenmeer. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) *Warnsignale aus dem Wattenmeer.* Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 333-341
- LÜDEMANN, K. (1993) Fishery induced skin injuries in flatfish from the by-catch of shrimpers. *Dis. Aquat. Org.* 16: 127-132
- LÜDEMANN, K. & BERGHAHN, R. (1998) Reflections of extreme conditions in coastal areas: biological tags in fish otoliths

- MAGES-DELLÉ, T. (1998) Die Umweltprobenbank: Baustein der Umweltbeobachtung im Wattenmeer. Umweltatlas Wattenmeer Band 1 „Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer“: 220-221
- MARTENS, P. (1998) Planktondrift zwischen der Nordsee und dem Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 465-471
- MARTENS, P. & ELBRÄCHTER, M. (1998) Zeitliche und räumliche Variabilität der Mikronährstoffe und des Planktons im Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 65-79
- MATTIG, F. R. & Becker, P.H. (1994) Variabilität der Schadstoffe im Nahrungsnetz. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 103-106
- MATTIG, F. R., BAIRLEIN, F. & BECKER, P.H. (1996) Physiologische Bewertung der PCB-Belastung des Alpenstrandläufers (*Calidris alpina*). Verh. Dtsch. Zool. Ges. 89.1: 165
- MATTIG, F.R. & BECKER, P.H., BIETZ, H., GIEßING, K. & WINTERKAMP, H. (1995) Schadstoffanreicherung im Nahrungsnetz des Wattenmeers. Jber. Institut für Vogelforschung 2: 22
- MATTIG, F.R., BALLIN, U., BIETZ, H., GIEßING, K., KRUSE, R. & BECKER, P.H. (1997) Organochlorines and heavy metals in benthic invertebrates and fish from the back barrier of Spiekeroog. Arch. Fish. Mar. Res. 45: 113-133
- METZMACHER, K.A. & REISE, K. (1994) Experimental effects of tidal flat epistructures on foraging birds in the Wadden Sea. Ophelia, Suppl. 6: 217-224
- MEYER, H. & REINKE, H.-D. (1996) Veränderungen in der biozönotischen Struktur der Wirbellosenfauna von Salzwiesen durch unterschiedliche Beweidungsintensitäten mit Schafen. Faun.-Ökol. Mitt. 7: 109-151
- MEYER, H. & REINKE, H.-D. (1995) Spezialisierung und räumlich-zeitliche Einnischung der Wirbellosenfauna in Salzwiesen. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 10: 485-490
- MEYER, H., FOCK, H., HAASE, A., REINKE, H.D. & TULOWITZKI, I. (1995) Structure of the invertebrate fauna in salt marshes of the Wadden Sea coast of Schleswig-Holstein influenced by sheep-grazing. Helgoländer Meeresunters. 49: 563-589
- MEYER, H., REINKE, H.D. & IRMLER, U. (1997) Die Wirbellosenfauna unterschiedlicher Salzwiesen an der Wattenmeerküste in Schleswig-Holstein und Niedersachsen. Faun. Ökol. Mitt. 7: 267-284
- MICHAELIS, H. & REISE, K. (1994) Langfristige Veränderungen des Zoobenthos im Wattenmeer. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 106-116
- MICHAELIS, H., KOLBE, K. & THIESSEN, A. (1992) The "black spot disease" (anaerobic surface sediments) of the Wadden Sea. Contribution to the ICES-Statutory Meeting, Rostock, 23-29 Sept. 1992, E 36: 1-11
- MILLAT, G. (1996) Einsatzmöglichkeiten von Fernerkundungsdaten in der „Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer“. VSAG 16: 109-120
- MILLAT, G. (1996) Entwicklung eines methodisch-inhaltlichen Konzeptes zum operationellen Einsatz von Fernerkundungsdaten für ein Umweltmonitoring im niedersächsischen Wattenmeer. Schriftenr. Nationalparkverwaltung Niedersächs. Wattenmeer 1: 125S.
- MILLAT, G. (1995) Spiekeroog: Morphologische und ökologische Gliederung einer Düneninsel. In: Klohn, W. (Hrsg.): Geogr. Exkursionen in Nordwestdeutschland, VSAG, 13: 11-31

- MILLAT, G., STEINER, D. & EHLERS, M. (1994) Ecosystem research in the North German Wattenmeer. Proc. Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, New Orleans, Louisiana, 31 Jan. - 2 Febr. 1994, Vol. I: 116-125
- NEEBE, B. & HÜPPOP, O. (1994) Der Einfluß von Störreizen auf die Herzschlagrate brütender Küstenseeschwalben (*Sterna paradisaea*). Artenschutzreport (Jena): 1-15
- NEHLS, G. (1996) Low costs of salt turnover in common eiders *Somateria mollissima*. *Ardea* 84 (1/2): 23-30
- NEHLS, G. (1995) Strategien der Ernährung und ihre Bedeutung für Energiehaushalt und Ökologie der Eiderente (*Somateria mollissima*) (L., 1758) Bericht 10, Dissertation, Universität Kiel: 177 S.
- NEHLS, G. (1993) Metabolic response to salt intake in Eider Ducks (*Somateria mollissima*). *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 86.1: 103
- NEHLS, G. & GIENAPP, P. (1997) Nahrungswahl und Jagdverhalten des Kormorans *Phalacrocorax carbo* im Wattenmeer. *Vogelwelt* 118: 33-40
- NEHLS, G. & RUTH, M. (1994) Eiders, mussels and fisheries in the Wadden Sea - continuous conflicts or relaxed relations? *Ophelia*, Suppl. 6: 263-278
- NEHLS, G. & SCHEIFFARTH, G. (1998) Rastvogelbestände im Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) *Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse*. Springer Verlag Berlin: 89-94
- NEHLS, G. & THIEL, M. (1993) Large-scale distribution patterns of the mussel *Mytilus edulis* in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein - Do storms structure the ecosystem? *Neth. J. Sea Res.* 31: 181-187
- NEHLS, G. & TIEDEMANN, R. (1993) What determines the densities of feeding birds on tidal flats? A case study on dunlin *Calidris alpina* in the Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 31: 375-384
- NEHLS, G. & RUTH, M. (1994) Eiderenten und Muschelfischerei im Wattenmeer - Ist eine friedliche Koexistenz möglich? *Arb. Dt. Fisch.* 60: 82-111
- NEHLS, G., HERTZLER, I. & SCHEIFFARTH, G. (1997) Stable mussel *Mytilus edulis* beds in the Wadden Sea - They're just for the birds. *Helgoländer Meeresunters.* 51: 361-372
- NEHLS, G., HERTZLER, I., KETZENBERG, C. & SCHEIFFARTH, G. (1998) Die Nutzung stabiler Miesmuschelbänke durch Vögel. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) *Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse*. Springer Verlag Berlin: 421-435
- NEHLS, G., KEMPF, N. & THIEL, M. (1992) Bestand und Verteilung mausernder Brandenten (*Tadorna tadorna*) im deutschen Wattenmeer. *Vogelwarte* 36: 221-232
- NEHLS, G., SCHEIFFARTH, G., DERNEDDE, T. & KETZENBERG, C. (1993) Seasonal aspects of the consumption by birds in the Wadden Sea. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 86.1: 286
- NEHRING, S. (1995) Dinoflagellate resting cysts as factors in phytoplankton ecology of the North Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 49: 375-392
- NEHRING, S. (1994) Dinoflagellaten-Dauercysten in deutschen Küstengewässern: Vorkommen, Verbreitung und Bedeutung als Rekrutierungspotential. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Universität Kiel* 259: 1-231
- NEHRING, S. (1993) Mechanisms for recurrent nuisance algal blooms in coastal zones: resting cyst formation as life-strategy of dinoflagellates. In: STERR, H., HOFSTEDE, J. & PLAG, H.-P. (eds.) *interdisciplinary discussion of coastal research and coastal management issues and problems*. Proc. Internatl. Coastal Congr. (ICC), Kiel 1992. Lang Verlag Frankfurt/M.: 454-467

- NEHRING, S., HESSE, K.-J. & TILLMANN, U. (1995) The German Wadden Sea: A problem area for nuisance blooms? Proc. 6th Intern. Conf. Toxic Marine Phytoplankton, Nantes: 199-204
- NEIRA, C. & HÖPNER, T. (1994) *Heteromastus* and organic carbon cycling. *Ophelia* 39: 55-73
- NEIRA, C. & HÖPNER, T. (1993) Fecal pellet production and sediment reworking potential of the polychaete *Heteromastus filiformis* show a tide dependent periodicity. *Ophelia* 37: 175-185
- NEIRA, C. & RACKEMANN, M. (1996) Black spots produced by buried macroalgae in intertidal sandy sediments of Wadden Sea: Effects on the Meiobenthos. *J. Sea Res.* 36: 153-170
- OESCHGER, R. (1997) Schwarze Flecken im Wattenmeer. *Naturw. Rdsch.*, 50 Jhrg., Heft 2: 53-56
- ORTLEB, H. (1997) Datenmanagement im Projekt ELAWAT. *DGM-Mitteilungen*, Heft 1/2: 41-44
- PEJRUP, M., LARSEN, M. & EDELVANG, K. (1997) A fine-grained sediment budget for the Sylt-Rømø tidal basin. *Helgoländer Meeresunters.* 51: 253-268
- PETERSEN, B. & EXO, K.-M. (1996) Predation of Waders and Gulls on *Lanice chonchilega* tidal in the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*
- PETRI, G. & VARESCHI, E. (1997) Utilization of *Phaeocystis globosa* colonies by young *Mytilus edulis*. *Arch. Fisch. Mar. Res.* 45: 77-91
- PFEIFER, D., BÄUMER, H.-P. & ALBRECHT, M. (1993): Moving point patterns: The Poisson Case. In: OPITZ, O. LAUSEN, B. & KLAR, R. (eds.) *Information and classification. Concepts, methods and applications. Studies in classification, data analysis, and knowledge organization.* Springer Verlag Berlin: 248-256
- PFEIFER, D., BÄUMER, H.-P. & SCHLEIER, U. (1996) The „minimal-area“ problem in ecology: a spatial Poisson process approach. *Computational Statistics* 11: 415-428
- PFEIFER, D., BÄUMER, H.-P., DEKKER, R. & SCHLEIER, U. Statistical tolls for monitoring benthic communities. *Senckenbergiana mar.* 29 (1/6): 63-76NI B
- PFEIFER, D., BÄUMER, H.-P., ORTLEB, H. & SCHLEIER-LANGNER, U. (1995) The index-of-dispersion test revisited. In: GAUL, W. & PFEIFER, D. (eds.) *Studies in classification, data analysis and knowledge organization*, Springer Verlag Berlin: 270-277
- PFEIFER, D., BÄUMER, H.-P., ORTLEB, H., SACH, G. & SCHLEIER, U. (1996) Modelling spatial distributional patterns of benthic meiofauna species by Thomas and related processes. *Ecological Modelling* 87: 285-294
- PFEIFER, D., BÄUMER, H.-P., SCHLEIER, U. & DE VALK, V. (1996) Grundzüge der Statistischen Ökologie. *Texte zur Statistischen Ökologie*, Institut für Mathematische Stochastik der Universität Hamburg, Bericht Nr. 1: 1-86
- PFEIFER, D., BÄUMER, H.P. & ALBRECHT, M. (1992) Spatial point processes and their applications to biology and ecology. *Modeling Geo-Biosphere Processes*, Catena Verlag, Cremlingen, Vol. 1: 145-161
- PFEIFER, D., SCHLEIER-LANGER, U. & BÄUMER, H.P. (1993) The analysis of spatial data from marine ecosystems. In: BOCK, H.-H. et al. (eds.) *Information Systems and Data Analysis. Prospects-Foundations-Applications.* Proc. of the 17th Annual Conference of the Gesellschaft für Klassifikation e.V., University of Kaiserslautern, March, 3-5, 1993. Springer Verlag Berlin: 120-125
- PULFRICH, A. (1997) Seasonal variation in the occurrence of planktic bivalve larvae in the Schleswig-Holstein Wadden Sea, *Helgoländer Meeresunters.* 51: 23-39

- PULFRICH, A. (1996) Attachment and settlement of post-larval mussels (*Mytilus edulis*) in the Schleswig-Holstein Wadden Sea. J. Sea Res. 36: 239-250
- PULFRICH, A. (1995) Reproduction and recruitment in Schleswig-Holstein Wadden Sea edible mussel (*Mytilus edulis* L.) populations. Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Universität Kiel Nr. 268: 1-150
- PULFRICH, A. & RUTH, M. (1993) Methods for monitoring the spatfall of mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Schleswig-Holstein Wadden Sea. ICES Stat. Meet. CM 1993/K 42: 12S.
- RAMÓN, M. (1996) Relationship between the bivalve *Mytilus edulis* (L.) and *Cerastoderma edule* (L.) in a soft bottom environment: an example of interaction at small spatial scale. J. exp. mar. Biol. Ecol. 204: 179-194
- REETZ, M. (1994) Einsatz eines GIS in der Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer - Überarbeitete Fassung eines Beitrages zur NNA-Fachtagung Anwendung von Geogr. Informationssystemen (GIS) im Naturschutz 17.-18.6.1993 Schneverdingen: 51-53
- REINKE, H.-D. & MEYER, H. (1996) Monitoring of the evertbrate fauna in Wadden Sea salt marshes. Senckenb. mar. 29 (Suppl.):127-133
- REISE, K. (1998) Coastal change in a tidal backbarrier basin of the northern Wadden Sea: are tidal flats fading away? Senckenbergiana marit. 29 (1/6): 121-127
- REISE, K. (1995) Natur im Wandel beim Übergang vom Land zum Meer. In: ERDMANN, K.-H. & KASTENHOLZ, H.G. (Hrsg.) Umwelt- und Naturschutz am Ende des 20. Jahrhunderts. Springer Verlag Berlin: 27-40
- REISE, K. (1995) Predictive ecosystem research in the Wadden Sea. Helgoländer Meeresunters. 49: 495-505
- REISE, K. (1994). Changing life under the tides of the Wadden Sea during the 20th century. Ophelia, Suppl. 6: 117-125
- REISE, K. (1994) Ökologische Qualitätsziele für eine ziellose Natur? Schriftenreihe der Schutzgemeinschaft Deutsche Nordseeküste. SDN-Kolloquium: 38-45
- REISE, K. (1994) The Wadden Sea: Museum or cradle for nature? Wadden Sea Newsletter, Heft 1: 5-8
- REISE, K. (1994) Das Schlickgras *Spartina anglica*: die Invasion einer neuen Art. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 211-214
- REISE, K. (1993) Welchen Naturschutz braucht das Wattenmeer? Wattenmeer Intern., Heft 4: 6-8
- REISE, K. (1993) Sea reclamation is needed. Wadden Sea Newsletter, Heft 2: 26
- REISE, K. (1993) Forschung satt im Nationalparkwatt? Wattenmeer Intern., Heft 2: 4-6
- REISE, K. (1993) Ausländer durch Austern im Wattenmeer. Wattenmeer Intern., Heft 3: 16-17
- REISE, K. (1993) Die verschwommene Zukunft der Nordseewatten. In: SCHELLNHUBER, H.-J. & STERR, H. (Hrsg.) Klimaänderung und Küste. Springer Verlag Berlin: 223-229
- REISE, K. (1992) The changing green on tidal flats in the Wadden Sea. Wadden Sea Newsletter, Heft 1: 24-25
- REISE, K. (1992) Wagt das Wattenmeer aus verschwommener Herkunft in eine programmierte Zukunft? In: PROKOSCH, P. (Hrsg.) Ungestörte Natur. Tagungsbericht Nr. 6 der Umweltstiftung WWF-Deutschland (Fachtagung anläßl. d. 11. Internat. Wattenmeertages, Husum, 1991): 203-211

- REISE, K. (1992) The Wadden Sea as a pristine nature reserve. *Neth. Inst. Sea Res.* 20: 49-53
- REISE, K. (1991) Mosaic cycles in the Marine Benthos. In: REMMERT, H. (ed.) *The mosaic-cycle concept of ecosystems*, Ecological Studies Vol. 85, Springer Verlag Berlin 1991: 61-82
- REISE, K. (1991) Wechselbad für Spezialisten. *WWF-Journal*, Heft 4: 14-15
- REISE, K. (1991) Dauerbeobachtungen und historische Vergleiche zu Veränderungen in der Bodenfauna des Wattenmeeres. *Laufener Seminarbeiträge*, Heft 7: 55-60
- REISE, K. & GÄTJE, C. (1997) The list tidal basin: A reference area for scientific research in the northern Wadden Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 51: 249-251
- REISE, K. & GÄTJE, C. (1994) Königshafen: the natural history of an intertidal bay in the Wadden Sea - an introduction. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 141-143
- REISE, K. & LACKSCHEWITZ, D. (1998) Benthos des Wattenmeeres zwischen Sylt und Rømø. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) *Ökosystem Wattenmeer*
- REISE, K. & SIEBERT, I. (1994) Mass occurrence of green algae in the German Wadden Sea. *Dt. Hydrogr. Z. Suppl.* 1: 171-180
- REISE, K., ASMUS, R. M. & ASMUS, H. (1993) Ökosystem Wattenmeer: Das Wechselspiel von Algen und Tieren beim Stoffumsatz. *BIUZ* 23: 301-307
- REISE, K., GÄTJE, C., KÖSTER, R., MÜLLER, A., ARMONIES, W., ASMUS, H., ASMUS, R.M. et al. (1998) Austauschprozesse im Sylt-Rømø Wattenmeer: Zusammenschau und Ausblick. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) *Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse*. Springer Verlag Berlin: 529-558
- REISE, K., HERRE, E. & STURM, M. (1994) Biomass and abundance of macrofauna in intertidal sediments of Königshafen in the northern Wadden Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 48: 201-215
- REISE, K., KOLBE, K. & de JONGE, V. (1994) Makroalgen und Seegrasbestände im Wattenmeer. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 90-100
- REISE, K., LOZÁN, J.L., RACHOR, E. & WESTERNHAGEN, H. von (1994) Ausblick: Wohin entwickelt sich das Wattenmeer? In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 343-348
- RÖSNER, H. U. (1994) Population indices for migratory birds in the Schleswig-Holstein Wadden Sea from 1987 to 1993. *Ophelia*, Suppl. 6: 171-186
- RÖSNER, H.-U. (1993) Monitoring von Nonnen- und Ringelgänsen (*Branta leucopsis*, *B. bernicla*) im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer: Das Gänsejahr 1991/92. *Corax* 15: 245-260
- RÖSNER, H.-U. (1992) Preliminary population indices for Wadden Sea migratory birds. *Bird Migration*: 435-443
- RÖSNER, H.-U. (1991) Zur Verteilung farbberingter Silbermöwen aus dem nordöstlichen Wattenmeer im ersten Lebensjahr - ein Zwischenbericht. *Corax* 14: 136-141
- RÖSNER, H.-U. & PROKOSCH, P. (1992) Coastal birds counted in a spring-tide rhythm - a project to determine seasonal and long-term trends of numbers in the Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 20: 275-279
- RÖSNER, H.-U. & STOCK, M. (1994) Numbers, recent changes, seasonal development and spatial distribution of dark-bellied Brent Geese in Schleswig-Holstein. In: NUGTEREN, v. J. (ed.) *Brent Geese in the Wadden Sea. - Dutch society for the preservation of the Wadden Sea*, Harlingen: 69-85

- ROSS, J. & KROHN, J. (1996) Computation of suspended matter in a Wadden Sea bight (Königshafen, Sylt). Arch. Hydr. Spec. Issues Advanc. Limnol. 47: 439-447
- RUSCH, A., TÖPKEN, H., BÖTTCHER, M.E. & HÖPNER, T. (1998) Recovery from black spots - results of a loading experiment in the Wadden Sea. J. Sea Res. 40, NOS. 3-4: 205-219
- RUTH, M. (1994) Auswirkungen der Muschelfischerei auf die Struktur des Miesmuschelbestandes im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer - Mögliche Konsequenzen für das Ökosystem. Ophelia, Suppl. 6: 85-102
- RUTH, M. (1993) Miesmuschelfischerei im Wattenmeer: Situation und Auswirkungen. Wattenmeer Intern. 3: 5-7
- RUTH, M. (1992) Miesmuschelfischerei im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Ein Beispiel für die Problematik einer Fischerei im Nationalpark. Schriftenr. Schutzgemeinschaft. Dt. Nordseeküste, Heft 1: 26-46
- RUTH, M. (1991) Miesmuschelfischerei im Nationalpark „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer“ - ein Fischereizweig im Interessenkonflikt zwischen Ökonomie und Naturschutzinteressen. Arb. Dt. Fischereiverb. 52: 137-168
- SACH, G. & VAN BERNEM, K.-H. (1996) Spatial patterns of harpacticoid copepods on tidal flats. In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat. Senckenbergiana marit. 26-3/6: 97-106
- SCHEIFFARTH, G. (1996) How expensive is wintering in the Wadden Sea. Thermostatic costs of bar-tailed Godwits (*Limosa lapponica*) in the northern part of the Wadden Sea. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 89.1: 178
- SCHEIFFARTH, G. & NEHLS, G. (1998) Saisonale und tidale Wanderungen von Watvögeln im Sylt-Rømø Wattenmeer. In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 515-528
- SCHEIFFARTH, G. & NEHLS, G. (1997) Consumption of benthic fauna by carnivorous birds in the Wadden Sea. Helgoländer Meeresunters. 51 373-387
- SCHEIFFARTH, G., KETZENBERG, C. & EXO, K.-M. (1993) Utilization of the Wadden Sea by waders: differences in time budgets between two populations of bar-tailed Godwits (*Limosa lapponica*) on spring migration. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 86.1: 287
- SCHEIFFARTH, G., NEHLS, G. & AUSTEN, I. (1996) Modelling distribution of shorebirds on tidal flats in the Wadden Sea and visualisation of results with the GIS IDRISI. In: LORUP, E. & STROBL, J. (eds.) IDRISI GIS 96 = Salzburger Geogr. Mat., Heft 25. Selbstverlag des Inst. f. Geogr. der Universität Salzburg: 8S.
- SCHERER, B. (1991) Ecosystem research Project Schleswig-Holstein. Wadden Sea Newsletter, Heft 1: 8-12
- SCHLEIER, U. & VAN BERNEM, K.-H. (1996) A method to compare samples of soft bottom communities. In: KRÖNCKE, I., DITTMANN, S. & LIEBEZEIT, G. (eds.) Biology and chemistry of a backbarrier tidal flat. Senckenbergiana marit. 26-3/6: 135-144
- SCHLEIER, U., V. BERNEM, K.-H. (1998) Statistical methods to determine sample size for the estimation of species richness and species abundances in benthic communities. Arch. Fish. Mar. Res. 46: 205-223
- SCHNEIDER, G. & MARTENS, P. (1994) A comparison of summer nutrient data obtained in Königshafen Bay (North Sea, German Bight) during two investigation
- SCHNEIDER, G., HICKEL, W. & MARTENS, P. (1998) Lateraler Austausch von Nähr- und Schwebstoffen zwischen dem Nordsylter Wattgebiet und der Nordsee - ist das Watt Quelle oder Senke? In: GÄTJE, C. & REISE, K. (Hrsg.) Ökosystem Wattenmeer - Transport-, Austausch- und Stoffumwandlungsprozesse. Springer Verlag Berlin: 341-365

- SCHORIES, D. (1995) Sporulation of *Enteromorpha* spp. (Chlorophyta) and overwintering of spores in sediments of the Wadden Sea, Island Sylt, North Sea. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 29: 341-347
- SCHORIES, D. & REISE, K. (1993) Germination and anchorage of *Enteromorpha* spp. in sediments of the Wadden Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 47: 275-285
- SCHORIES, D., ALBRECHT, A. & LOTZE, H.K. (1997) Historical changes and inventory of macroalgae from Königshafen Bay in the northern Wadden Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 51: 321-341
- SCHULZ, R. & STOCK, M. (1993) Kentish plovers and tourists: competitors on sandy coasts? *Wader Study Group Bull.* 68: 83-91
- SCHULZ, R. & STOCK, M. (1991) Kentish plovers and tourists - conflicts in a highly sensitive but unprotected area in the Wadden Sea National Park of Schleswig-Holstein. *Wadden Sea News Letter*, Heft 1: 20-24
- SEAMAN, M. & RUTH, M. (1997) The molluscan fisheries of Germany. In: U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 129: 57-84SH A
- SIMON, M. K. & REISE, K. (1994) Naturschutz im Wattenmeer kleinkariert? Ein Plädoyer für größere Kerngebiete. *Nationalpark*, Heft 4: 10-12
- STOCK, M. (1998) Draft management plan for the Wadden Sea of Schleswig-Holstein. *Senckenbergiana marit.* 29 (1/6): 185-194
- STOCK, M. (1998) Draft management plan for the Wadden Sea of Schleswig-Holstein. *Senckenbergiana mar.* 29 (1/6): 185-194
- STOCK, M. (1993) Salt marshes in Schleswig-Holstein: From a green towards a natural succession. *Wadden Sea Newsletter*, Heft 1: 11-14
- STOCK, M. (1992) Effects of man-induced disturbances on staging Brent geese. *Neth. J. Sea Res.* 20: 289-293
- STOCK, M. (1992) Ungestörte Natur oder Freizeitnutzung? - Das Schicksal unserer Strände. In: PROKOSCH, P. (Hrsg.) *Ungestörte Natur - was haben wir davon?* Tagungsbericht der Umweltstiftung WWF-Deutschland (Fachtagung anläßl. d. 12. Internat. Wattenmeertages, Husum, 1992): 223-249
- STOCK, M. (1991) Studies on the effects of disturbances on staging Brent geese: a progress report. *IWRB Goose Res. Group Bull.* 1: 11-18
- STOCK, M. & HOFEDITZ, F. (1997) Grenzen der Kompensation: Energiebudgets von Ringelgänsen (*Branta b. bernicla*) - die Wirkung von Störreizen. *J. Ornithologie* 138: 387-411
- STOCK, M. & HOFEDITZ, F. (1996) Zeit-Aktivitäts-Budgets von Ringelgänsen (*Branta bernicla bernicla*) in unterschiedlich stark von Menschen beeinflussten Salzwiesen des Wattenmeres. *Die Vogelwarte* 38:121-145
- STOCK, M. & HOFEDITZ, F. (1994) Beeinflussen Flugbetrieb und Freizeitaktivitäten das Aktivitätsmuster von Ringelgänsen (*Branta bernicla*) im Wattenmeer? *Artenschutzreport* 4: 13-20
- STOCK, M., BECKER, P.H. & EXO, K.-M. (1994) Menschliche Aktivitäten im Wattenmeer - ein Problem für die Vogelwelt? In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) *Warn-signale aus dem Wattenmeer*. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 285-295
- STOCK, M., BERGMANN, H.-H., HELB, H.-W., KELLER, V. u.a. (1993) Der Begriff Störung in naturschutzorientierter Forschung: ein Diskussionsbeitrag aus ornithologischer Sicht. *Ökologie und Naturschutz* 3: 49-57

- STOCK, M., BOEDEKER, D., SCHAUSER, U.-H. & SCHULZ, R. (1993) A GIS-supported sensitivity analysis. Implementation of results from ecosystem research. In: STERR, H., HOFSTEDE, J. & PLAG, H.-P. (eds.) Interdisciplinary discussion of coastal research and coastal management issues and problems. Proc. Intern. Coastal Congr. (ICC), Kiel 1992; Lang Verlag Frankfurt/M.: 528-541
- STOCK, M., ESKILDSEN, K., GÄTJE, C. & KELLERMANN, A. (1998) Naturschutzfachliche Bewertung in einem Nationalpark - Ein Verfahrensvorschlag im Rahmen des Prozeßschutzes. Zeitschrift Ökologie und Naturschutz
- STOCK, M., HOFEDITZ, F. & ESCHKÖTTER, S. (1992) Motion-sensitive radio collars for automatic monitoring of activity patterns in Brent geese: a critical analysis and first results. IWRB Goose Res. Group Bull. 3: 21-32
- STOCK, M., HOFEDITZ, F., MOCK, K. & POHL, B. (1995) Einflüsse von Flugbetrieb und Freizeitaktivitäten auf Verhalten und Raumnutzung von Ringelgänsen (*Branta bernicla bernicla*) im Wattenmeer. Corax 16: 63-83
- STOCK, M., SCHREY, E., KELLERMANN, A., GÄTJE, C., ESKILDSEN, K. u.a. (1996): Ökosystemforschung Wattenmeer Synthesebericht - Grundlagen für einen Nationalparkplan. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Heft 8, Westholsteinische Verlagsanstalt Boyens & Co., Heide: 1-784
- STOCK, M., SCHREY, E., KELLERMANN, A., GÄTJE, C., ESKILDSEN, K. u.a. (1996) Ökosystemforschung Wattenmeer Synthesebericht - Grundlagen für einen Nationalparkplan - Kernpunkte. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Heft 9, Westholsteinische Verlagsanstalt Boyens & CO., Heide: 1-32
- SÜDBECK, P. & HÄLTERLEIN, B. (1995) Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1993 - Siebte Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft „Seevogelschutz“. Seevögel 16: 25-30
- SÜDBECK, P. & HÄLTERLEIN, B. (1994) Brutvogelbestände an der Deutschen Nordseeküste 1992. 6. Erfassung durch die AG Seevogelschutz. Seevögel 14: 11-15
- TEMMING, A. & TEMMING, B. (1992) Economic overfishing and increase of fishing effort in the North Sea brown shrimp fishery. ICES C.M. 1992/K:37 Shellfish Cttee.: 20 pp. Appendix (mimeo)
- TEMMING, A. & TEMMING, B. (1991) Aufwandssteigerung und ökonomische Überfischung der Krabbenfischerei in der Nordsee. Arb. Dt. Fischereiverb. 52: 95-136
- THIEL, M. & DERNEDDE, T. (1994) Recruitment of shore crabs *Carcinus maenas* on tidal flats: mussel clumps as an important refuge for juveniles. Helgoländer Meeresunters. 48: 321-332
- THIEL, M. & REISE, K. (1993) Interaction of nemertines and their prey on tidal flats. Neth. J. Sea Res. 31: 163-172
- THIEL, M., NORDHAUSEN, W. & REISE, K. (1994) Nocturnal surface activity of endobenthic nemertines on tidal flats. In: ELEFThERIOU, A., Ansell, A. D. & Smith, C. J. (eds.) Biology and ecology of shallow coastal waters. Olsen & Olsen, Fredensborg, Dänemark: 283-289
- TIEDEMANN, R. (1997) Seasonal changes in the population genetic composition of migrating Dunlins (*Calidris alpina*) as revealed by mitochondrial DNA sequencing. Teil B: Sylter Wattenmeer Austauschprozesse
- TIEDEMANN, R. & NEHLS, G. (1997) Saisonale und tidale Variation in der Nutzung von Wattflächen durch nahrungssuchende Vögel. J. Ornithologie 138: 183-198

- TIEDEMANN, R. & NOER, H. (1993) Genetische Untersuchungen zur Verwandtschaft der Eiderentenpopulationen (*Somateria mollissima*) im Ostseeraum. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 86.1: 62
- TIEDEMANN, R., NOER, H. (1998) Geographic partitioning of mitochondrial DNA patterns in European Eider *Somateria mollissima*. Hereditas 128: 159-166
- TULOWITZKI, I. (1995) Einfluß von Schafbeweidung und Temperaturverlauf auf Populationsdynamik und Produktion von *Psammotettix putoni* (Hom., Auch.) in Salzwiesen der schleswig-holsteinischen Westküste. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 9: 5S.
- TULOWITZKI, I. (1990) Einfluß der Beweidung auf die Populationsstruktur der Kleinzikade *Psammotettix putoni* (Hom., Auch.) in der Salzwiese der Schleswig-Holsteinischen Westküste. Verh. Ges. Ökol. XIX/II: 152-162
- VOGEL, S. (1994) Ausmaß und Auswirkung von Störungen auf Seehunde. In: LOZÁN, J.L. et al. (Hrsg.) Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin: 303-308
- VOGEL, S. & KOCH, L. (1992) Report on occurrence of grey seals (*Halichoerus grypus* FABRICIUS 1791) in the Schleswig-Holstein Wadden Sea. Säugetierkd. Inf. 3: 449-459
- VORBERG, R. (1998) Effects of shrimp fisheries on reefs of *Sabellaria spinulosa* (Polychaeta). - ICES J. mar. Sci.
- VORBERG, R. (1995) On the decrease of Sabellarian reefs along the German North Sea coast. Proc. 2nd. Europ. Regional Meeting, ISRS, Publ. Serv. Géol. Lux. Vol. 29: 87-93
- VOß, M. (1991/1992) Qualitätsziele für die Nordsee? - Pro und Kontra. Dt. Hydrogr. Zeitschr. 44: 283-287
- VOß, M. & BORCHARDT, T. (1992) Quality objectives for the Wadden Sea: Problems and attempts for solution. Wadden Sea Newsletter, Heft 2: 20-22
- WAGLER, H. & BERGHAHN, R. (1992) On the occurrence of white weed *Sertularia cupressina* L. eighteen years after giving up white weed fisheries. Neth. J. Sea Res. 20: 299-301
- WAHLS, S. & EXO, K.-M. (1996) Kiebitzregenpfeifer (*Pluvialis squatarola*) im Wattenmeer - Zwischenstop im Schlaraffenland? Verh. Dtsch. Zool. Ges. 89.1: 316
- WALTER, U. (1997) Quantitative analysis of discards from brown shrimp trawlers in the coastal area of the East Frisian islands. Arch. Fish. Mar. Res. 45: 61-76
- WALTER, U. (1997) Die Bedeutung der Garnelenfischerei für die Seevögel an der Niedersächsischen Küste. Berichte 3 (Hrsg.) Zentrum für Flachmeer-, Küsten und Meeresumweltforschung e.V., Forschungszentrum Terramare: 1-106
- WALTER, U. & BECKER, P. H. (1994) The significance of discards from the Brown Shrimp fisheries for seabirds in the Wadden Sea - preliminary results. Ophelia, Suppl. 6: 253-262
- WALTER, U. & BECKER, P.H. (1998) Influence of physical factors and fishing activity on the occurrence of seabirds scavenging around shrimpers in the Wadden Sea. Senckenbergiana marit. 29 (1/6): 155-162
- WALTER, U. & BECKER, P.H. (1997) Occurrence and consumption of seabirds scavenging on shrimp trawler discards in the Wadden Sea. ICES Journal of Marine Science 54: 684-694
- WALTER, U. & GUBERNATOR, M. (1994) Zwei Forschungsprojekte zur niedersächsischen Küstenfischerei. Fischerblatt 4: 110-112
- WILHELMSSEN, U. (1996) Ökosystemforschung Wattenmeer - Handlungsempfehlungen für den Naturschutz. SDN-Magazin: 25-27

- WILHELMSEN, U. (1994) Ökosystemforschung im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Z. Ökologie u. Naturschutz 3: 121-122
- WILHELMSEN, U. & REISE, K. (1994) Grazing on green algae by the periwinkle *Littorina littorea* in the Wadden Sea. Helgoländer Meeresunters. 48: 233-242
- WILHELMSEN, U., GÄTJE, C. & MARENCIC, H. (1995) Wadden Sea Ecosystem Research - The Husum Symposium, May 1994. Wadden Sea News Letter, Heft 2: 19-22
- WURM, S. & HÜPPOP, O. (1998) Reaktion der Herzschlagrate von Flußseeschwalben (*Sterna hirundo*) auf das Angebot akustischer Reize. Seevögel 19, Sonderheft: 92-95
- ZUEHLKE, R., BLOME, D, van BERNEM, K.-H. & DITTMANN, S. (1998) Effects of the tube building polychaete *Lanice conchilega* (Pallas) on benthic macrofauna and nematodes in an intertidal sandflat. Senckenbergiana marit.: 29 (1/6): 131-138
- ZÜHLKE, R. & REISE, K. (1994) Response of macrofauna to drifting tidal sediments. Helgoländer Meeresunters. 48: 277-289

11.7 Veröffentlichungen zur Ökosystemforschung

UBA-Texte Reihe

- | | |
|-------|---|
| 10/89 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Hauptphase Teil 1: Erarbeitung der Konzeption sowie der Organisation des Gesamtvorhabens |
| 11/89 | Programmkonzeption zur Ökosystemforschung im Niedersächsischen Wattenmeer |
| 7/90 | Ökosystemforschung Wattenmeer: Konzepte und Zwischenergebnisse |
| 15/90 | Ökosystemforschung Berchtesgaden |
| 47/93 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Entwicklung eines theoretischen Konzepts zur Ökosystemforschung Wattenmeer |
| 48/93 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Abschlußbericht |
| 4/94 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Nutzungen und Belastungen im Niedersächsischen Wattenmeer |
| 5/94 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Mathematische Modellierung von aquatischen Ökosystemen |
| 23/94 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Historische Entwicklung - Aufbau einer Literaturdatenbank |
| 24/94 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Benthosforschung im Ostfriesischen Wattenmeer |
| 25/94 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Untersuchungen zur Morphologie und Sedimentologie des Einzugsgebietes Otzumer Balje |
| 26/94 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Hydrodynamik im Ökosystem Wattenmeer |
| 64/96 | Fachkolloquium: Schwarze Flecken im Wattenmeer - Ursachen, Wirkungen, ökologische Folgen |
| 3/97 | Symposium: Black Spots in the Wadden Sea (englische Übersetzung des UBA-Text 64/96) |
| 68/97 | Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Schadstoffe im Wattenmeer |

- 69/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Plankton und Nährstoffe in Brackwasserbecken am Rande des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres unter besonderer Berücksichtigung der Ciliaten und Dinoflagellaten-Dauerstadien sowie blütenbildender und toxischer Formen
- 70/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer
- 71/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Sensibilität qualitativer Bioindikatoren im Wattenmeer: Untersuchungen zur Elastizität und Stabilität der Lebensgemeinschaften im Eu- und Sublitoral
- 72/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Die Beweidungsexperimente im Sönke-Nissen-Koog und Friedrichskoog-Vorland
- 73/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Untersuchungen zur Biologie und Fischerei von Miesmuscheln im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer
- 74/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Eiderenten und Miesmuscheln
- 75/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Rastvögel im Wattenmeer: Bestand, Verteilung und Raumnutzung (Band 1 und 2)
- 76/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Brutvogelbestände im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer
- 77/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Menschliche Aktivitäten im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer und deren Auswirkungen auf Vögel (Band 1 und 2)
- 78/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Geographisches Informationssystem und Rasterbildverarbeitung
- 79/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Sozioökonomie - Theoretisches Konzept und Methodologie
- 80/97 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Fische und Krebse im Wattenmeer (Band 1 und 2)
- 81/97 Wadden Sea Ecosystem Research, sub-project Wadden Sea of Schleswig-Holstein: Fish and Crustaceans in the Wadden Sea

- 82/97 Wadden Sea Ecosystem Research, sub-project Wadden Sea of Schleswig-Holstein: Shrimp Fisheries and Nature Conservation in the National Park Wadden Sea of Schleswig-Holstein
- 83/97 Wadden Sea Ecosystem Research, sub-project Wadden Sea of Schleswig-Holstein: Seals in the Schleswig-Holstein Wadden Sea
- 84/97 Wadden Sea Ecosystem Research, sub-project Wadden Sea of Schleswig-Holstein: Saltmarsh protection in the Schleswig-Holstein Wadden Sea area
- 12/99 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Naturschutzfachliche Bewertung in einem Nationalpark - Ein Verfahrensvorschlag im Rahmen des Prozeßschutzes

In der Reihe Berichte aus der Ökosystemforschung Wattenmeer sind erschienen:

- 1/1992 2. Wissenschaftliches Symposium, Büsum, 4. bis 5. März 1991
- 2/1993 Dokumentation der Daten zur Flora und Fauna terrestrischer Systeme im Niedersächsischen Wattenmeer (Band 1 und 2)
- 3/1993 Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Niedersächsisches Wattenmeer, Vorphase: Das Geographische Informationssystem im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer - Testlauf, Konzeption und Realisierung im Rahmen der Ökosystemforschung
- 4/1994 3. Wissenschaftliches Symposium Ökosystemforschung Wattenmeer, Norderney, 15. bis 18. November 1992 (Band 1 und 2)

11.8 Evaluationskriterien

Schlussevaluation - Teilprojekt

Inhalt/Ziele	
<i>Resultate/Produkte</i>	
1.	Überzeugen die Resultate/Produkte im Hinblick auf die Ziele des Gesamtprojekts?
2.	Überzeugen die Resultate/ Produkte im Hinblick auf die Ziele des Teilprojektes?
<i>Ziele und Fragen</i>	
3.	Wurde der in Aussicht gestellte Beitrag zum Gesamtprojekt erbracht?
4.	Wurde ein zusätzlicher Beitrag zu dem in Aussicht gestellten erbracht?
5.	Wurden die (problembezogenen und wissenschaftlichen) Ziele erreicht?
6.	Wurden die Fragen beantwortet, die Hypothesen überprüft?
7.	Wurden allfällige Veränderungen des gesellschaftlichen Problems angemessen berücksichtigt?
<i>Einbezug von Anwendern und externen Beteiligten</i>	
8.	Wurden Anwender bei der Entwicklung der Produkte genügend berücksichtigt?
9.	Wurde der Beitrag, den die externen Beteiligten leisten sollten, erbracht?
Wissenschaftlichkeit	
1.	Wurden die disziplinären Minimalanforderungen (Standards) eingehalten?
Wissens- und Technologietransfer	
<i>Anwendung in der Praxis</i>	
1.	Sind die Produkte so gestaltet, dass sie von den Anwendern angewendet werden können?
2.	Wurden adäquate Maßnahmen getroffen, die die Anwendung der Produkte unterstützen?
3.	Werden die Produkte bereits angewendet?
4.	Sind die Resultate so aufbereitet, dass sie bereits in der Praxis angewandt oder von den Behörden umgesetzt werden können?
5.	Wurden adäquate Maßnahmen getroffen, die die Wahrnehmung der Resultate unterstützen?
6.	Werden die Resultate bereits angenommen?

Aus- und Weiterbildung	
1.	Finden die Resultate Eingang in die entsprechenden Studiengänge an Hochschulen und Universitäten?
2.	Wird die Vermittlung der Resultate im Rahmen von Studiengängen über einen genügend langen Zeitraum hinweg sichergestellt?
3.	Wurde im Teilprojekt eine genügende Anzahl Diplomarbeiten, Dissertationen oder anderen Examensarbeiten erstellt?
4.	Finden die Resultate Eingang in Weiterbildungsveranstaltungen?
5.	Wird die Vermittlung der Resultate im Rahmen von Weiterbildungsprogrammen über einen genügend langen Zeitraum hinweg sichergestellt?
<i>Verbreitung</i>	
6.	Liegt eine genügende Anzahl wissenschaftlicher Publikationen vor (z.B. Fachzeitschriften, interdisziplinäre Zeitschriften, Bücher, elektronische Medien)?
7.	Wurde das Teilprojekt an einer genügend großen Zahl von wissenschaftlichen Kongressen vorgestellt?
8.	Liegen genügend viele Publikationen für das Zielpublikum (Anwender) des Teilprojekts vor (z.B. Fachzeitschriften, Verbandsorgane, Bücher, elektronische Medien, Broschüren)?
9.	Liegen genügend viele Publikationen für eine breitere Öffentlichkeit vor (z.B. Zeitungen, Zeitschriften, Radio und Fernsehen, Bücher, elektronische Medien)?
10.	Wurde das Teilprojekt an einer genügend großen Zahl von Tagungen, öffentlichen Anlässen u.ä. für das Zielpublikum des Teilprojekts und eine breitete Öffentlichkeit vorgestellt?
Projektorganisation/Projektmanagement	
<i>Netzwerkbildung</i>	
1.	Konnten die vorgesehenen Kooperationen realisiert werden?
<i>Kosten/Nutzen</i>	
2.	Wie wird das Verhältnis von Aufwand und vorliegenden Resultaten und Produkten eingeschätzt?

Qualifizierung des Teilprojekt-Teams	
1.	Wurde der Forschungsplan eingehalten bzw. wurde er mit der erforderlichen Flexibilität angepasst?
2.	Hat sich das Teilprojekt an den Prozessen der Konsensbildung und der Integration genügend beteiligt?
3.	Hat sich die Organisation gegen außen bewährt?
4.	Ist der Einbezug der externen Beteiligten gelungen?
Gesamteinschätzung	
1.	Wie hoch wird die Relevanz des Beitrags zum Gesamtprojekt eingeschätzt?
2.	Wie hoch wird die Qualität der Resultate und Produkte des Teilprojekts eingeschätzt?
3.	Wie hoch wird der Erfolg des Teilprojekts eingeschätzt?

Schlussevaluation (ex post) - Gesamtprojekt

Inhalt/Ziele	
<i>Resultate/Produkte</i>	
1.	Überzeugen die Resultate/Produkte im Hinblick auf die Ziele des Gesamtprojekts?
2.	Wurde mehr erreicht, als durch unabhängige Teilprojekte hätte erreicht werden können? Wenn ja: der Mehrwert besteht in:
<i>Ziele und Fragen</i>	
3.	Wurde der in Aussicht gestellte Beitrag zur Lösung des gesellschaftlichen Problems erbracht? Wurden die problembezogenen Ziele erreicht?
4.	Wurde ein zusätzlicher Beitrag zu dem in Aussicht gestellten erbracht?
5.	Wurden die wissenschaftlichen Ziele erreicht und die Fragen beantwortet?
	7. Wurden etwaige Veränderungen des gesellschaftlichen Problems angemessen berücksichtigt?
	8. Hat sich bestätigt, dass der Beitrag nur durch eine inter- bzw. transdisziplinäre Forschung erbracht werden konnte?
	Einbezug von Anwendern und externen Beteiligten
6.	Wurden Anwender bei der Entwicklung der Produkte genügend berücksichtigt?
7.	Wurde der Beitrag, den die externen Beteiligten leisten sollten, erbracht?
Wissens- und Technologietransfer	
<i>Anwendung in der Praxis</i>	
1.	Sind die Produkte so gestaltet, dass sie von den Anwendern angewendet werden können?
2.	Wurden adäquate Maßnahmen getroffen, die die Anwendung der Produkte unterstützen?
3.	Werden die Produkte bereits angewendet?
4.	Sind die Resultate so aufbereitet, dass sie bereits in der Praxis oder von den Behörden umgesetzt werden können?
5.	Wurden adäquate Maßnahmen getroffen, die die Wahrnehmung der Resultate unterstützen?
6.	Werden die Resultate bereits angenommen?

Aus- und Weiterbildung	
1.	Finden die Resultate Eingang in die entsprechenden Studiengänge an Hochschulen und Universitäten?
2.	Wird die Vermittlung der Resultate im Rahmen von Studiengängen über einen genügend langen Zeitraum sichergestellt?
3.	Finden die Resultate in genügendem Maße Eingang in Doktoranden-Programme u.ä.?
4.	Wurde im Gesamtprojekt eine genügende Anzahl Diplomarbeiten, Dissertationen oder anderen Examensarbeiten erstellt?
5.	Finden die Resultate Eingang in Weiterbildungsveranstaltungen?
6.	Wird die Vermittlung der Resultate im Rahmen von Weiterbildungsprogrammen über einen genügend langen Zeitraum sichergestellt?
<i>Verbreitung</i>	
9.	Liegt eine genügende Anzahl wissenschaftlicher Publikationen vor (z.B. Fachzeitschriften, interdisziplinäre Zeitschriften, Bücher, elektronische Medien)?
10.	Wurde das Gesamtprojekt an einer genügend großen Zahl in wissenschaftlichen Kongressen vorgestellt?
11.	Liegen genügend viele Publikationen für das Zielpublikum (Anwender) des Gesamtprojekts vor (z.B. Fachzeitschriften, Verbandsorgane, Bücher, elektronische Medien, Broschüren)?
12.	Liegen genügend viele Publikationen für eine bereitete Öffentlichkeit vor (z.B. Zeitungen, Zeitschriften, Radio und Fernsehen, Bücher, elektronische Medien)?
13.	Wurde das Gesamtprojekt an einer genügend großen Zahl von Tagungen, öffentlichen Anlässen u.ä. für das Zielpublikum des Gesamtprojekts und eine breite Öffentlichkeit vorgestellt?
Projektorganisation/Projektmanagement	
<i>Netzwerkbildung</i>	
1.	Konnten die vorgesehenen Kooperationen realisiert werden?
<i>Kosten/Nutzen</i>	
2.	Wie wird das Verhältnis von Aufwand und vorliegenden Resultaten und Produkten eingeschätzt?

Qualifizierung der Gesamtprojektleitung	
1.	Wurde der Forschungsplan eingehalten bzw. wurde er mit der erforderlichen Flexibilität angepasst?
2.	Verliefen die Prozesse der Konsensbildung und der Integration erfolgreich?
3.	Verlief das Projektmanagement insgesamt erfolgreich?
4.	Hat sich die Organisation gegen innen bewährt?
5.	Hat sich die Organisation gegen außen bewährt?
6.	Ist der Einbezug der externen Beteiligten gelungen?
Gesamteinschätzung	
1.	Wie hoch wird die Relevanz des Beitrags des Gesamtprojekts eingeschätzt?
2.	Wie hoch wird die Qualität der Resultate und Produkte des Gesamtprojekts eingeschätzt?
3.	Wie hoch wird der Erfolg des Gesamtprojekts eingeschätzt?