

ÖKOSYSTEMFORSCHUNG IM BEREICH DER BORNHÖVEDER SEENKETTE

Felix Müller

ABSTRACT

This paper deals with the conceptual framework of the joint project "Ecosystem Research in the Bornhöved Lakes Region, Northern FRG" which consists of 28 subprojects arranged in 6 branches (Infrastructure & Coordination, Site Characteristics, Element Budget, System Elements of Vegetation, System Elements of Fauna, Limnology). After presenting the general aims of ecosystem research the hierarchic structure of the project's hypotheses and tasks and its organisational structure are described. The main focus of investigations at all measuring sites, is the determination of the biological structures and fluxes of matter and energy through the ecosystems and between them. It is the goal of modelling to represent these structures and dynamics in simulation models. Model construction is based on conceptual compartment models, the central databases, and a geographic information system.

keywords: *landscape analysis, study concept, Bornhoved area, North Germany*

1. EINLEITUNG

Seit dem 1.4.1988 arbeiten 28 Teilvorhaben aus der Universität Kiel, der Universität Hamburg, dem Max-Planck Institut für Limnologie (Plön), dem Deutschen Wetterdienst (AMBF Quickborn) und dem Gewerbeaufsichtsamt Itzehoe in dem vom Bundesminister für Forschung und Technologie und dem Land Schleswig-Holstein geförderten FE-Vorhaben "Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette" zusammen. Die Untersuchungen sollen schrittweise Beiträge zu den unten aufgeführten allgemeinen Zielen der Ökosystemforschung (ELLENBERG, FRANZLE und MÜLLER 1978) liefern:

- Erfassung der Struktur und Dynamik von repräsentativen Ökosystemen,
- Analyse der Beziehungen zwischen Diversität, Produktivität und Stabilität von Ökosystemen,
- Erfassung von Störgrößen und Ermittlung ihrer Wirkungen auf die Elemente von Ökosystemen,
- Erarbeitung von Kriterien zur Be- und Entlastbarkeit von Ökosystemen,
- Integration von vergleichender Ökosystemforschung, ökologischer Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank zu einem ökologischen Informations- und Bewertungssystem.

Diese umfassenden Zielsetzungen werden mit Hilfe eines systemanalytisch konzipierten interdisziplinären Arbeitsplans durch empirische und theoretische Untersuchungen verfolgt. Hierbei werden besondere Schwerpunkte auf die medienübergreifenden synergistischen Beziehungen zwischen den abiotischen und biotischen Elementen der Ökosysteme gelegt. Die stofflichen und biozönotischen Regulationsmechanismen in und zwischen naturnahen und landwirtschaftlich genutzten Ökosystemen werden hierzu bezüglich ihrer Funktionen für die Stabilisierung bzw. Destabilisierung mit Hilfe mathematischer Methoden zueinander in Beziehung gesetzt.

2. KONZEPTION DER UNTERSUCHUNGEN

2.1. Inhaltliche Struktur des Vorhabens

Es hat sich bei einer Reihe von abgeschlossenen Projekten gezeigt, daß eine besondere Schwierigkeit von Ökosystemforschungsvorhaben in der Abstimmung der Methoden und Inhalte der Teilvorhaben sowie in der übergreifenden und zusammenfassenden Auswertung der Meßdaten liegt (ELLENBERG et al. 1986, MCINTOSH 1987), weil bei der Analyse von Ökosystemen reduktionistische Methoden mit holistischen Denksätzen verknüpft werden müssen. Die hierdurch auftretenden Probleme können durch eine konsequente Anwendung der Hierarchitäts-Theorie (ALLEN und STARR 1982, HABER et al. 1983, ULRICH 1987, GROSSMANN 1987, LEUSCHNER 1988) überwunden werden. Demnach bestehen auf übergeordneten Organisationsebenen Phänomene, die nicht allein aus den Summen der Eigenschaften der Elemente eines tieferen Niveaus erklärt werden können. Zur Aufklärung dieser systemaren Zusammenhänge ist aber die Kenntnis der Strukturen und Prozesse auf der jeweils niedrigeren Organisationsstufe zwingend erforderlich.

Die Umsetzung dieses Konzepts geschieht im Bereich der Bornhöveder Seenkette auf fünf Arbeitsebenen, die durch ein hierarchisches System von Hypothesen bzw. Teilaufgaben streng miteinander verknüpft sind (vgl. Abbildung 1). Die Untersuchungsniveaus sollen hier von der "harten" Datenbasis aus beschrieben werden:

Auf der Ebene V. werden von den Mitarbeitern der Teilvorhaben Pools und Flüsse quantifiziert und die Regulationen von Teilprozessen (z. B. Denitrifikation) untersucht. Die erste Aggregation von Wechselwirkungen findet auf der Ebene IV. statt. Hier werden die Ergebnisse der Einzeluntersuchungen zu den 24 definierten Strukturtypen (H 4,1 bis H 4,24 in Abbildung 1) durch Arbeitsgruppen und z. T. durch Teilvorhaben zusammengefaßt (z. B. Quantifizierung und Modellierung des Stickstoffhaushalts). Auf dieser vierten Ebene existiert neben den hierarchisch orientierten Hypothesen ein Netz von synergistischen Hypothesen, die wichtige Verknüpfungen zwischen den Strukturtypen definieren. Sie stellen eine Matrix von 24 x 24 Feldern dar, deren Überprüfungen durch Arbeitsgruppen und im Rahmen von Workshops auf der Ebene III. durchgeführt werden sollen. Eine exemplarische Aufgabe aus diesem Bereich ist die der Verknüpfung des Stickstoffhaushalts mit dem Kohlenstoffhaushalt. Auf der zweiten Ebene arbeiten das Leitungsgremium, die Steuerungsgruppe, verschiedene Arbeitsgruppen und das Projektbüro zusammen. Die Aggregation wird auf dieser Stufe innerhalb der 3 Bereiche Raumstruktur, Stoff-, Wasser- und Energieflüsse sowie in Bezug auf die biozönotischen Strukturen durchgeführt. Der Einfluß der Prozesse des Wasser- und Energiehaushalts auf den Stickstoffhaushalt wäre für diese Ebenen als beispielhafte Aufgabe zu nennen. Schließlich wird auf der Ebene I. untersucht, in welcher Form sich räumliche, stofflich-energetische und biozönotische Prozesse auf die Struktur, Dynamik, Stabilität und Belastbarkeit der Ökosysteme auswirken. Die o. a. allgemeinen Ziele der Ökosystemforschung werden auf dieser Organisationsstufe vom Leitungsgremium und Projektbüro bearbeitet.

Dieses Hypothesen- und Aufgabensystem basiert also auf der Annahme, daß die Struktur und Dynamik von Ökosystemen beschrieben werden kann, wenn die Funktionen der Raumstrukturen, der Stoff-, Wasser- und Energieflüsse und der biozönotischen Strukturen bekannt sind. Diese drei Strukturtypen werden anhand von Hypothesen und Teilaufgabenstellungen untergliedert, so daß einerseits nach dem "top-down-Ansatz" gewährleistet ist, daß alle notwendigen Informationen zur Verknüpfung dieser Strukturtypen in das Konzept integriert werden. Andererseits bietet das hierarchische Hypothesensystem dem einzelnen Mitarbeiter die Möglichkeit, seine Untersuchungen exakt in die Gesamtaufgabenstellung einzubetten und die für ihn notwendigen Randbedingungen zuzuordnen.

2.2. Organisationsstruktur des Vorhabens

Dieser inhaltlichen Struktur entspricht eine Organisationsstruktur, die auf der Festlegung von Teilvorhaben basiert (vgl. Abbildung 2). Diese Teilvorhaben führen Aufgaben der Ebenen 4 und 5 durch, die aus konzeptionellen Graphenmodellen und den o. a. Hypothesen abgeleitet werden. Sie werden jeweils einem oder mehreren Lehrstühlen bzw. Institutionen zugeordnet. Die Teilvorhaben werden in 6 Arbeitsbereichen zusammengefaßt:

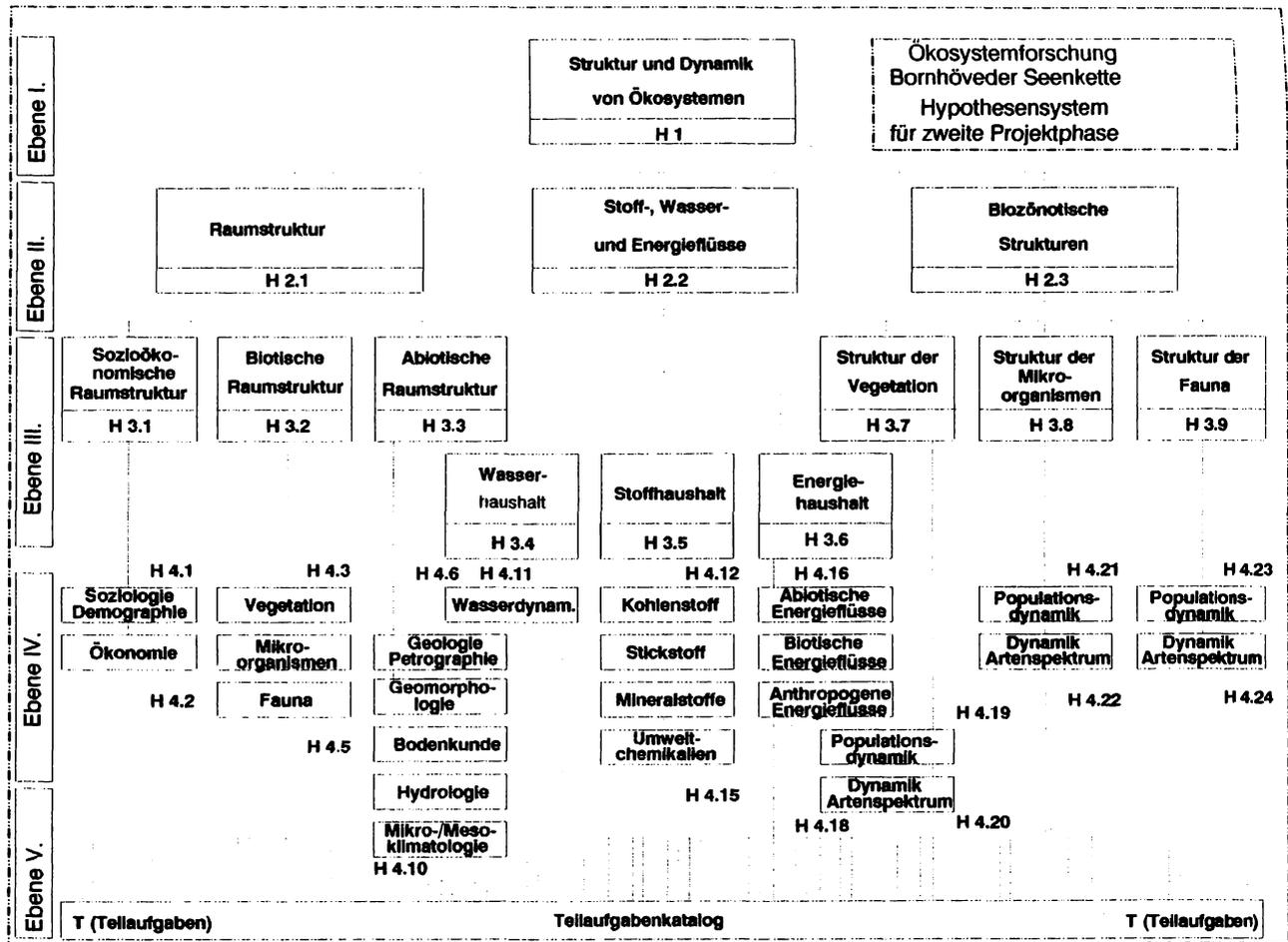
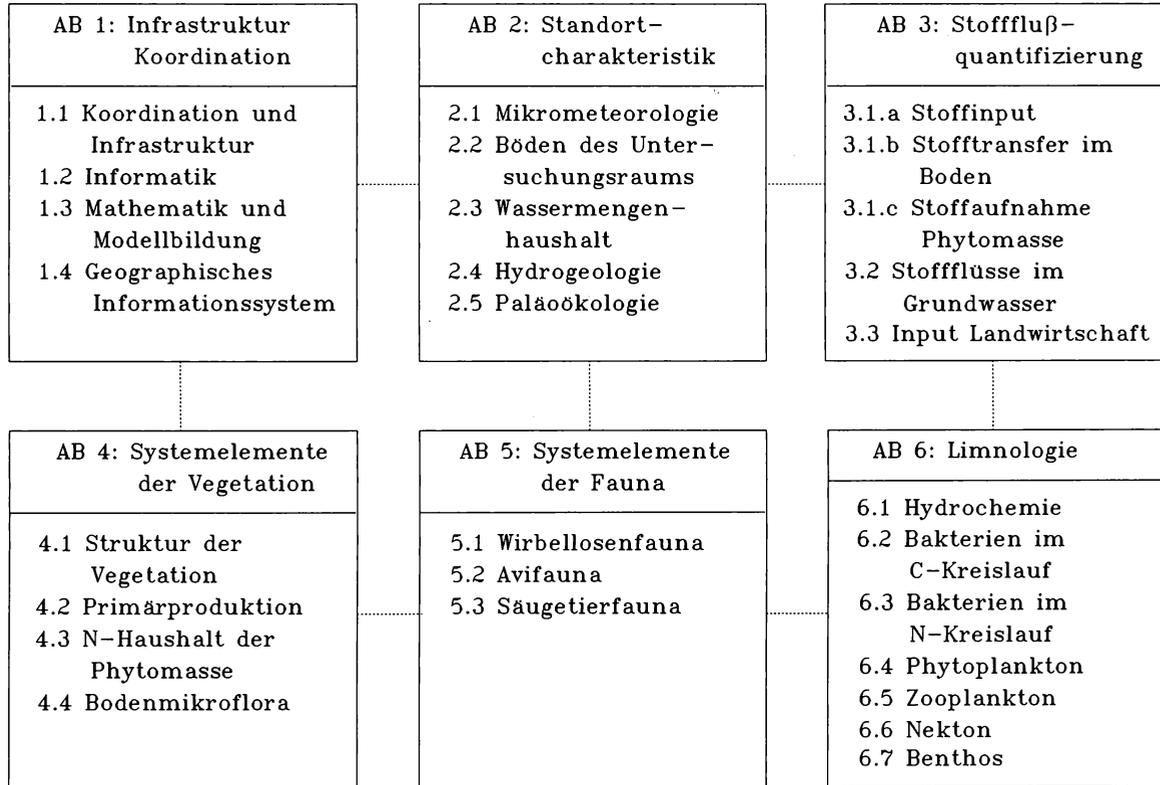


Abb. 1: Hypothesen- und Aufgabenstruktur des FE-Vorhabens

Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette

Struktur des FE-Vorhabens



F. Meier

Abb. 2: Struktur und Teilvorhaben und Arbeitsbereiche

Im Arbeitsbereich 1 (Infrastruktur / Koordination) werden infrastrukturelle Tätigkeiten aus den Aufgabengebieten Koordination, Kommunikation, Verwaltung, Meßtechnik, Analytik, Datenbankmanagement, Flächendatenverwaltung, Modellbildung, Statistik und Mathematik durchgeführt. Die Einrichtungen dieses Arbeitsbereichs stehen allen Projektmitarbeitern zur Verfügung. Der zweite Arbeitsbereich (Standortcharakteristik) besteht aus 4 Teilvorhaben, in denen vorwiegend abiotische Größen (Mikro- und Mesoklima, Gebiets- und Standortwasserhaushalt, Petrographie, Hydrogeologie, Bodenkartierung) quantifiziert werden. Diese werden durch eine paläoökologische Arbeitsgruppe ergänzt, die Informationen zur langfristigen Entwicklung des untersuchten Ökosystemkomplexes liefern soll. Wichtige Komponenten den Stofftransfers in und zwischen Ökosystemen (Immission, Deposition, Applikation, Stofftransfer in und an der Phytomasse, im Boden und im Grundwasser) werden im Arbeitsbereich 3 (Stoffflußquantifizierung) durchgeführt. Die Funktionen der Pflanzen, ihre räumliche Anordnung und ihre Stickstoff- und Kohlenstoffumsätze sowie die Zusammensetzung und Leistung der Bodenmikroflora werden im vierten Arbeitsbereich (Systemelemente der Vegetation) erforscht. Der Arbeitsbereich 5 (Systemelemente der Fauna) setzt sich mit der Struktur und Funktion der Tiere in den bearbeiteten Ökosystemen auseinander. Der sechste Arbeitsbereich schließlich faßt die limnologischen Teilvorhaben zusammen. Sie untersuchen im Belauer See die Dynamik der Hydrochemie, der bakteriellen Stickstoff- und Kohlenstoffumsätze, Struktur, Dynamik und Stoffumsätze des Phyto- und Zooplanktons sowie des Nekton und Benthon.

Die Projektgremien setzen sich wie folgt zusammen: Aus jedem der 6 Arbeitsbereiche wird ein Sprecher gewählt, der gemeinsam mit einem ihm zugeordneten Assistenten die Koordination seines Arbeitsbereichs übernimmt. Alle Teilvorhabenleiter sind stimmberechtigte Mitglieder des Vorhabens und beschließen gemeinsam über organisatorische und inhaltliche Vorgehensweisen. Sie wählen ein fünfköpfiges Leitungsgremium, das die Geschäfte zwischen den Mitgliederversammlungen führt. Dem Leitungsgremium arbeitet das Projektbüro zu, das aus den Arbeitsbereichsassistenten und den wissenschaftlichen Sekretären des Teilvorhabens 1.1. besteht.

3. UNTERSUCHUNGSRAUM

Die Untersuchungen finden im Einzugsgebiet der Bornhöveder Seenkette, die ca. 30 km südlich von Kiel liegt, statt. Das Gebiet wurde von FRÄNZLE et al. (1987) auf der Basis regionalstatistischer Verfahren als repräsentativer Hauptforschungsraum für das Ökosystemforschungsprogramm der Bundesrepublik und von LEWIS et al. (1989) mit Hilfe von Ökosystemtypisierungen als ökologisches Umweltbeobachtungsgebiet in der Bundesrepublik ausgewiesen.

Der Hauptforschungsraum befindet sich am Südrand der Weichsel-Vereisung und bietet bei ausreichender Größe einzelner Ökosysteme einen vielgestaltigen Ökosystemkomplex, in dem wichtige Bestandteile des glaziären und periglaziären Formenschatzes (Grundmoräne, Endmoräne, Kameschüttungen, Toteissenken, glaziale Seen, Sander) anzutreffen sind. Das Gebiet umfaßt insgesamt 52 km², wird vorwiegend agrarisch genutzt und zeichnet sich durch einen Verbund von 6 unterschiedlichen Seen aus (vgl. Abbildung 3).

In diesem Gebiet werden die Untersuchungen auf drei Ebenen durchgeführt: Die Kartierung weiträumig wirkender Parameter (z. B. Relief, Gesteins-, Boden- und Vegetationskartierung) sowie die sozioökonomischen Untersuchungen werden im gesamten Untersuchungsraum durchgeführt. Die Kartierungen geschehen in Kooperation mit dem FE-Vorhaben "Erarbeitung und Erprobung einer Konzeption für die integrierte regionalisierende Umweltbeobachtung am Beispiel des Bundeslandes Schleswig-Holstein" ("Umweltbeobachtung"), das einen seiner Schwerpunkträume in den Bereich der Bornhöveder Seenkette gelegt hat. Die Kartiergrundlagen sollen zu einem späteren Zeitpunkt zur Standortsuche für Vergleichserhebungen sowie zur Validierung von Modellen genutzt werden.

Mit einer höheren Intensität und Genauigkeit werden regionalisierende Tätigkeiten im Einzugsgebiet des Belauer Sees durchgeführt. Sie stellen die Grundlage für die Bilanzierungen auf Einzugsgebietsebene dar und sind so konzipiert, daß die Basisinformationen für eine zielgerichtete flächenhafte Modellvalidierung und -anwendung vorliegen.

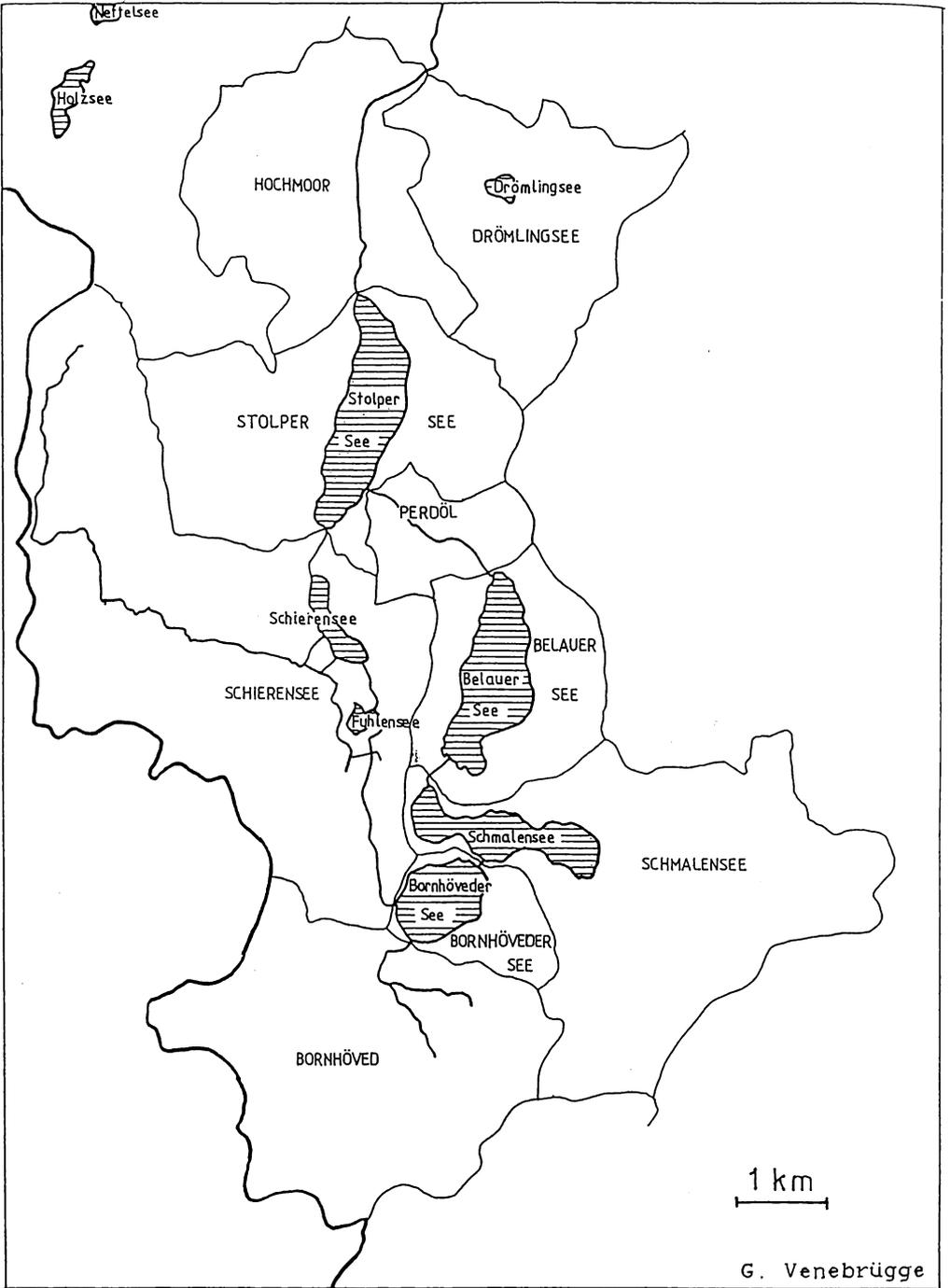


Abb. 3: Oberirdische Teileinzugsgebiete der Bornhöveder Seenkette

Schließlich befinden sich am Westufer des Belauer Sees in einem ca. 40 ha umfassenden Areal zwei Meßtransekte, die mit der höchsten Intensitätsstufe bearbeitet werden. Dieses Gebiet besteht aus einer Kamesschüttung, die nach Osten in Richtung See um ca. 17 m abfällt und in den Verlandungsgürtel des Belauer Sees übergeht (vgl. Tabelle 1). Im Norden des Schwerpunktraums (Waldcatena) findet forstwirtschaftliche, in der südlichen Hälfte (Ackercatena) landwirtschaftliche Nutzung statt. Auf beiden Nutzungsformen werden gleichartige Untersuchungen simultan durchgeführt, so daß der Einfluß der Wirtschaftsweise bzw. Naturnähe als wichtiges Kriterium in die Interpretation einbezogen werden kann.

Tab. 1: Bearbeitete Ökosystemtypen bzw. Subsysteme im Schwerpunktraum am Belauer See

Waldcatena	Ackercatena	Belauer See
Untersuchte Ökosysteme		
Buchenwald	Acker Nord (intensive Nutzung)	Zuflußbereich
	Acker Mitte (intensive Nutzung)	Abflußbereich
	Acker Süd (extensive Nutzung)	Fließstrecke "Alte Schwentine"
Nadelmischwald (Hang)	Weide (Hang)	Belauer See
Erlenbruch	Uferweide	
Untersuchte räumliche Subsysteme und Ökotope		
Erlenbruch (trockener Abschnitt)	Uferweide (intensive Nutzung)	Pelagial
Erlenbruch (nasser Abschnitt)	Uferweide (extensive Nutzung)	Profundal
Waldrand	Knick	Litoral Schilfzone

4. WICHTIGE TEILZIELE

Im Abschnitt 2.1. wurde das hierarchische Aufgaben- und Hypothesensystem des Vorhabens beschrieben. Weil alle genannten Strukturtypen Teilbeiträge zu den übergeordneten Fragestellungen liefern, müssen die in der Abbildung 1 aufgeführten Strukturtypen als wichtige Teilziele des Vorhabens aufgeführt werden, die zur Überprüfung der zentralen Hypothesen herangezogen werden sollen. Als Repräsentanten sollen die Unterpunkte der Ebene 2 an dieser Stelle aufgeführt werden:

- Erfassung der Raumstruktur
- Erfassung der Stoff-, Wasser- und Energieflüsse
- Erfassung der biozönotischen Strukturen

Neben diesen allgemeinen Zielen des Vorhabens werden zusätzliche Fragestellungen bearbeitet, die als Spezifika des Projektes bezeichnet werden können:

Wechselwirkungen zwischen Ökosystemen

Die Untersuchungsstandorte wurden so gewählt, daß die in der Tabelle 1 dargestellten Ökosysteme sowohl als isolierte Einheiten als auch als Ökosystemverbund betrachtet werden können. In diesem Zusammenhang werden insbesondere die lateralen, zum See hin gerichteten Stoffflüsse untersucht, um Aussagen über die Beziehungen zwischen Gewässern und ihrem Umland treffen zu können. Neben diesem Höhengradienten bestehen in mehreren Fällen Nutzungsgradienten zwischen benachbarten Ökosystemen, deren ökologische Konsequenzen ebenfalls bearbeitet werden.

Ökotoxikologische und agrarökologische Fragestellungen

Die Auswirkungen von Störgrößen auf die Dynamik von Ökosystemen stellt ein wichtiges Ziel der Arbeiten dar. Aufgrund der Lage der Untersuchungsflächen werden in diesem Rahmen insbesondere agrarökologische Probleme untersucht. Diese Arbeiten sollen mittelfristig durch gezielte Experimente vertieft werden. Daneben ist geplant, Untersuchungen über die Wirkungen von Umweltchemikalien (Altstoffe, organische Agrochemikalien, Schwermetalle) und deren Transfers in und zwischen Ökosystemen in der zweiten Projektphase zu integrieren.

Gradienten in Ökosystemen

Grenzflächen jeder Art stellen besonders aktive Zonen bezüglich der meisten Austausch- und Umsatzprozesse dar. Die Untersuchung von vertikalen Gradienten (Profile), horizontalen Gradienten (Ökotone) und von Belastungsgradienten stellt einen Schwerpunkt der künftigen Arbeiten dar. Dabei werden die Grenzflächen zwischen der Atmosphäre und der Boden- bzw. Wasseroberfläche sowie die Grenzflächen zwischen Sediment und Wasserkörper mit besonderem Nachdruck bearbeitet.

Paläoökologische Untersuchungen

Die geplanten Aussagen zur Stabilität und Belastbarkeit von Ökosystemen müssen auf einer genauen Kenntnis der zeitlichen Standortentwicklung basieren. Um die vom Menschen induzierten Veränderungen der Systeme abschätzen zu können, wird anhand von Sedimentkernen versucht, die Entwicklung der terrestrischen Flora, der planktischen Flora und Fauna sowie des chemischen Gewässerzustands im Verlauf der vergangenen 12.000 Jahre zu rekonstruieren. Mit Hilfe dieser Daten soll versucht werden, die Dynamik der jüngsten Vergangenheit genauer zu erklären und präziser zu bewerten.

5. INTEGRATION DER TEILAUFGABEN

Ökosystemforschung beinhaltet die zielgerichtete, interdisziplinäre Kooperation und die gemeinsame, medienübergreifende Auswertung der erhobenen Daten. Im beschriebenen FE-Vorhaben haben sich die folgenden integrierenden Instrumente bewährt:

Integration der Struktur- und Standortdaten in einer zentralen Datenbank

Die Verfügbarkeit von Daten der verschiedenen Arbeitsgruppen stellt eine wichtige Vorbedingung für die übergreifende Systemanalyse und den erfolgreichen Abschluß von Einzelarbeiten dar. Aus diesem Grunde werden alle Meßwerte in definierter Aggregations- und Dokumentationsform regelmäßig nach Kontrolle und Korrektur in ein zentrales Datenbanksystem eingegeben. Alle Mitarbeiter haben Zugriff auf die Daten, so daß eine integrierende Interpretation bereits auf der Teilvorhabenebene ermöglicht wird.

Kompatibilität der Software im PC-Rechnerverbund

Alle Projektmitarbeiter haben die Möglichkeit, ihre Arbeiten mit einem PC (Einzelstationen und Netzwerke) durchzuführen. Hierzu wird eine einheitliche, kompatible Software benutzt, so daß ein schneller Informationsaustausch ermöglicht wird.

Integration der Erkenntnisse durch die Entwicklung und Anwendung von Simulationsmodellen und Expertensystemen

Die Modellbildung stellt eine sehr wichtige Integrationsebene des Projektes dar. Es wird versucht, ein System von kleinen Teilmodellen zu erarbeiten, die nach Bedarf und Datenbasis zielgerichtet durch Datenbankschnittstellen mit einheitlichen Benutzeroberflächen miteinander verknüpft werden können. Die Arbeiten werden in Kooperation mit dem Teilvorhaben "Modellbildung" und den jeweiligen Fachwissenschaftlern durchgeführt. Hierbei wird in mehreren Schritten vorgegangen:

Nach der Definition des betrachteten Subsystems wird ein konzeptionelles Modell erstellt, das als gemeinsame Sprachebene, als Basis der Meßplanung und als Grundlage der mathematischen Modellierung dient. Die im Schwerpunktraum gemessenen Daten stellen im zweiten Schritt die Basis für die Formulierung und Kalibrierung des Modells dar. Wenn diese Arbeiten abgeschlossen sind, werden mit Hilfe des Geographischen Informationssystems (GIS) Standorte zur Modellvalidierung ausgewählt, an denen Vergleichsmessungen durchgeführt werden. Daraufhin werden Fehlergrenzen für einen flächenhaften Einsatz definiert und das Modell wird soweit vereinfacht, daß es auch auf der Grundlage einer geringeren Datenbasis möglichst exakte Aussagen liefert. Danach wird ein Plausibilitätstest mit Hilfe des GIS im kartierten Bereich (s. o.) durchgeführt. Wenn alle Prüfungen zur Zufriedenheit abgelaufen sind, wird das Modell an das Vorhaben "Umweltbeobachtung" weitergereicht. Hier kann das Modell aufgrund der Kompatibilität der Hard- und Software für planerische Zwecke und als Bestandteil von Szenarien angewendet werden.

Im Verlauf der ersten Projektphase wird das Modellierungssystem konfiguriert und es werden Grundmodelle zur Populationsdynamik, zum Wasserhaushalt, Energiehaushalt, zum terrestrischen und limnischen Mineralstoffhaushalt sowie zur Beschreibung des Stickstoff- und Kohlenstoffkreislaufs erarbeitet. Daneben werden Verfahren der künstlichen Intelligenz genutzt, um eine Strategie zur Modellierung der Abundanzsteuerung in Ökosystemen zu entwickeln.

Integration der Flächendaten und Anwendung der Modelle in einem geographischen Informationssystem

Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß das Geographische Informationssystem von zentraler Bedeutung für das Konzept des Vorhabens ist. Es stellt die Schnittstelle zum anwendungsbezogenen Vorhaben "Umweltbeobachtung" dar und dient als Datenbasis für alle flächenhaften Erhebungen. Durch die Möglichkeiten des Kartenverschnittes, der Herstellung von Zeitkarten und der Anwendung von Modellen wird es als Validierungs-, Interpretations- und Anwendungsinstrument genutzt und stellt die Grundlage für die Stoffbilanzierung im Einzugsgebiet des Belauer Sees dar.

Integration durch Gremienarbeit

Die Kooperation und die gemeinschaftliche Datenauswertung findet in den bereits angesprochenen Gremien statt. Neben den Arbeitsbereichen, die benachbarte Disziplinen mit ähnlichen Fragestellungen zusammenführen, sind in diesem Zusammenhang die Arbeitsgruppen (vgl. Tabelle 2) von besonderer Bedeutung. Sie stellen ein sehr schlagkräftiges Instrument der fachübergreifenden Zusammenarbeit dar, weil auf ihrer Ebene feste Fragestellungen bezüglich aller Ökosystemkompartimente und aller Subsysteme durchgängig bearbeitet werden.

Tab. 2: Arbeitsgruppen des Vorhabens

Technische und methodische Orientierung	Stofflich-energetische Orientierung	Theoretische Orientierung
AG Datenverarbeitung/ Meßtechnik	AG Kohlenstoffhaushalt	AG Theoretische Ökologie
AG Modellbildung	AG Energiehaushalt	AG Biozönose
AG Analytik	AG Stickstoffhaushalt	AG Gradienten (*)
AG Landnutzung	AG Deposition	
AG Mikrobiologie	AG Humusaufgabe (*)	
AG Flächendaten	AG Sediment (*)	
	AG Ökotoxikologie (*)	

Integration durch interne Mitteilungen und gemeinsame Veranstaltungen

Eine wichtige Randbedingung für eine gute Zusammenarbeit stellt die gegenseitige Information und Kommunikation dar. Zu diesem Zweck wird eine interne Zeitschrift herausgegeben, die neben Fachbeiträgen aktuelle Informationen enthält und in Sonderbänden übergreifende Auswertungen und Protokolle veröffentlicht. Daneben finden in regelmäßigen Abständen Gremiensitzungen, Seminare und Kolloquien statt und zu speziellen Problemkreisen werden Workshops durchgeführt, die jeweils mit einer festen Zielsetzung einberufen werden.

Durch die Aktivitäten in den genannten Integrationsebenen wird der Aufwand für den einzelnen Mitarbeiter zwar enorm erhöht, sie stellen aber die zentralen Instrumente des ökosystemaren Forschungsansatzes dar; denn nur durch eine intensive Zusammenarbeit können befriedigende Beiträge zu den Zielen der Ökosystemforschung erbracht werden.

LITERATUR

ALLEN T.F.H., STARR T.B., 1982: Hierarchy: Perspectives for Ecological Complexity. - Chicago.

ELLENBERG H., FRÄNZLE O., MÜLLER P., 1978: Ökosystemforschung im Hinblick auf Umweltpolitik und Entwicklungsplanung. - Umweltforschungsplan des Bundesministers des Inneren, Forschungsbericht 78-101-04 005. Berlin.

FRÄNZLE O., KUHN T.G., ZÖLITZ R., 1987: Auswahl der Hauptforschungsräume für das Ökosystemforschungsprogramm der Bundesrepublik Deutschland. - Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 101 04 043/02. Berlin.

GROSSMANN W.-D., 1987: Hierarchy of Systems. - In: BRUENIG et al. (Hrsg. 1987): Ecologic-Socioeconomic System Analysis and Simulation, MAB-Mitteilungen Bd. 24: 253-275.

- HABER W., SCHALLER J., KERNER H., SPANDAU L., SITTARD M., GROSSMANN W.-D., RICHTER U., KUNZ A., 1983: Ziele, Fragestellungen und Methoden - Ökosystemforschung Berchtesgaden. - MAB-Mitteilungen Bd. 16.
- LEÜSCHNER C., 1988: Ökosystemforschung Wattenmeer - Hauptphase Teil 1. - Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 109 02 020/01, Berlin.
- LEWIS R.A., PAULUS M., HORRAS C., KLEIN B., 1989: Auswahl von ökologischen Umweltbeobachtungsgebieten in der Bundesrepublik Deutschland. - Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Abschlußbericht 10808056, Berlin.
- MCINTOSH R.P., 1987: The Background of Ecology. Concept and Theory. - Cambridge.
- ULRICH B., 1987: Stabilitätsbedingungen von Waldökosystemen. - Forschungszentrum Waldökosysteme, Göttingen.

ADRESSE

F. Müller
Projektzentrum Ökosystemforschung
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Schauenburger Straße 112
D-W-2300 Kiel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [19 3 1991](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Felix

Artikel/Article: [Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder
Seenkette 585-595](#)