

Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette: Datenverarbeitung und Modellbildungsstrategie

Wilhelm Windhorst

Synopsis

To meet the demands of the project "Ecosystem Research in the Bornhoeved Lake District" it is necessary to develop an "Integrated Environmental Information System" combining the information from specimen banking, environmental monitoring and ecosystem research. Using a hierarchical/synergistic system of hypothesis it is possible to structure the different information layers and to build up a problem orientated modelling system.

ecosystem, ecological theory, environmental information system, ecological modelling

1. Einleitung

Eine der wesentlichen Zielsetzungen des o. g. Vorhabens ist die Verknüpfung von vergleichender Ökosystemforschung, Ökologischer Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank zu einem integrierten ökologischen Informations- und Bewertungssystem.

Kommt der Ökosystemforschung die Aufgabe zu, die grundlegenden ökosystemaren Zusammenhänge zu klären, ist es mit Hilfe der Umweltprobenbank möglich, anhand von eingelagerten Proben die historische Belastung repräsentativ ausgewählter Standorte festzustellen. Durch die Methoden der regionalisierenden Umweltbeobachtung erfolgt sowohl die Erfassung der räumlichen Verteilung von aktuellen Belastungen der Umwelt als auch die Extrapolation der Ergebnisse der Ökosystemforschung auf größere Gebiete (ZÖLITZ 1989, WAGNER 1990).

2. Gliederung des angestrebten Informationssystems

Um den gesellschaftlichen Anforderungen, die an Umweltinformationssysteme und damit auch an ökologische Informationssysteme gestellt werden (HABER 1991, PIETSCH 1988), gerecht werden zu können, ist es sinnvoll, sich beim Aufbau dieser Systeme an den grundlegenden Funktionsweisen der Ökosysteme zu orientieren.

Ausgehend von der Erkenntnis, daß die Wirkung einer Belastung auf ein Ökosystem abhängig ist von Art und Umfang der Störung, ihrem Verbreitungsmuster (Transport) und der spezifischen Empfindlichkeit der untersuchten Ökosysteme, ist es dann möglich, das Informationssystem entsprechend der Abb. 1 zu gliedern (siehe auch KREMERS & al. 1990). Den einzelnen Datenbereichen können jeweils spezielle Eigenschaften wie z. B. der Raumbezug (Punkt, Linie) oder die Art der Erfassung zugeordnet werden, die dann Grundlage zur Strukturierung der aufzubauenden Datenbanken sind.

Belastungen sind in der Regel Stoff-, Energie- oder Informationsflüsse, die häufig sogar einer punktförmigen Quelle zugeordnet werden können. Dies ermöglicht die Informationen über Art und Umfang der Belastung durch ein einziges Attribut in Faktendatenbanken, ohne Mitführung von speicherintensiven Koordinaten, zu verwalten und räumlich zuzuordnen.

Informationen zu Art und Umfang des Transportes geben Auskunft über die räumliche Verbreitung einer Belastung und legen bei Wirkungsanalysen den Maßstab der durchzuführenden Betrachtungen fest.

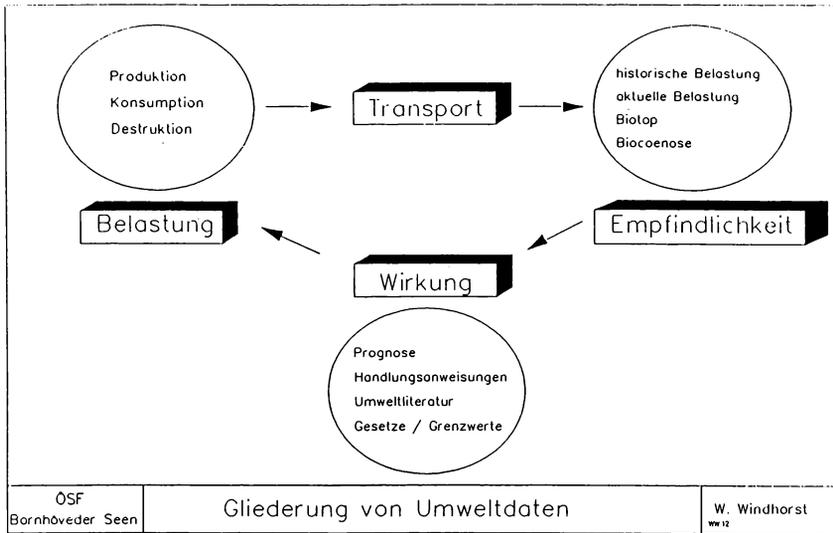


Abb. 1: Gliederung von Umweltdaten

In diesem Maßstab müssen folglich auch Informationen über die Empfindlichkeit von Ökosystemen vorliegen. Daten hierzu spiegeln in der Regel die Struktur von Ökosystemen, die nicht ohne räumlichen Bezug dargestellt werden kann. Zur Einbeziehung dieser Daten eignen sich aber in besonderem Maße Geographische Informationssysteme, die über leistungsfähige Werkzeuge zur Koordinatenverwaltung verfügen.

Die Wirkungsanalyse ist die Verknüpfung aller Teilbereiche und kann mit Hilfe von (Prognose-) Modellen vorhandene oder geänderte Rahmenbedingungen berücksichtigen.

3. Grundstruktur der Arbeiten zum ökologischen Informationssystem

Die Arbeiten im Projektzentrum Ökosystemforschung beim Aufbau des Informationssystems lassen sich anhand der Abb. 2 gliedern. Die einzelnen Ebenen unterscheiden sich dabei durch die unterschiedlichen Anforderungen an Soft- und Hardware sowie an die Dokumentation.

Um die erforderlichen Arbeiten auf den verschiedenen Niveaus möglichst effektiv durchführen zu können und um die Konsistenz der Arbeiten zu gewährleisten, wurde unter Berücksichtigung der Erfahrungen im "Long Term Ecological Research Programm" in den USA (MICHENER & al. 1986), dem MAB-6-Projekt in Berchtesgaden (MAB-MITTEILUNGEN 1983) und den Anforderungen zur Planung eines Ökosystemforschungsvorhabens im niedersächsischen Wattenmeer (EBENHÖH 1988) eine zentrale, unter Mitwirkung der Projektleitung organisierte Datenverarbeitung aufgebaut (WINDHORST & al. 1989). Die in Abb. 3 dargestellte EDV-Konfiguration ist so konzipiert, daß ein Datenaustausch sowohl auf einer Hardwareplattform zwischen den verschiedenen Softwarepaketen, als auch zwischen den verschiedenen Hardwareplattformen möglich ist. Auf dieser Basis wird dann, je nach Anforderungen des Bearbeiters bzw. Anwenders, die erforderliche Datenverarbeitungskapazität bereitgestellt.

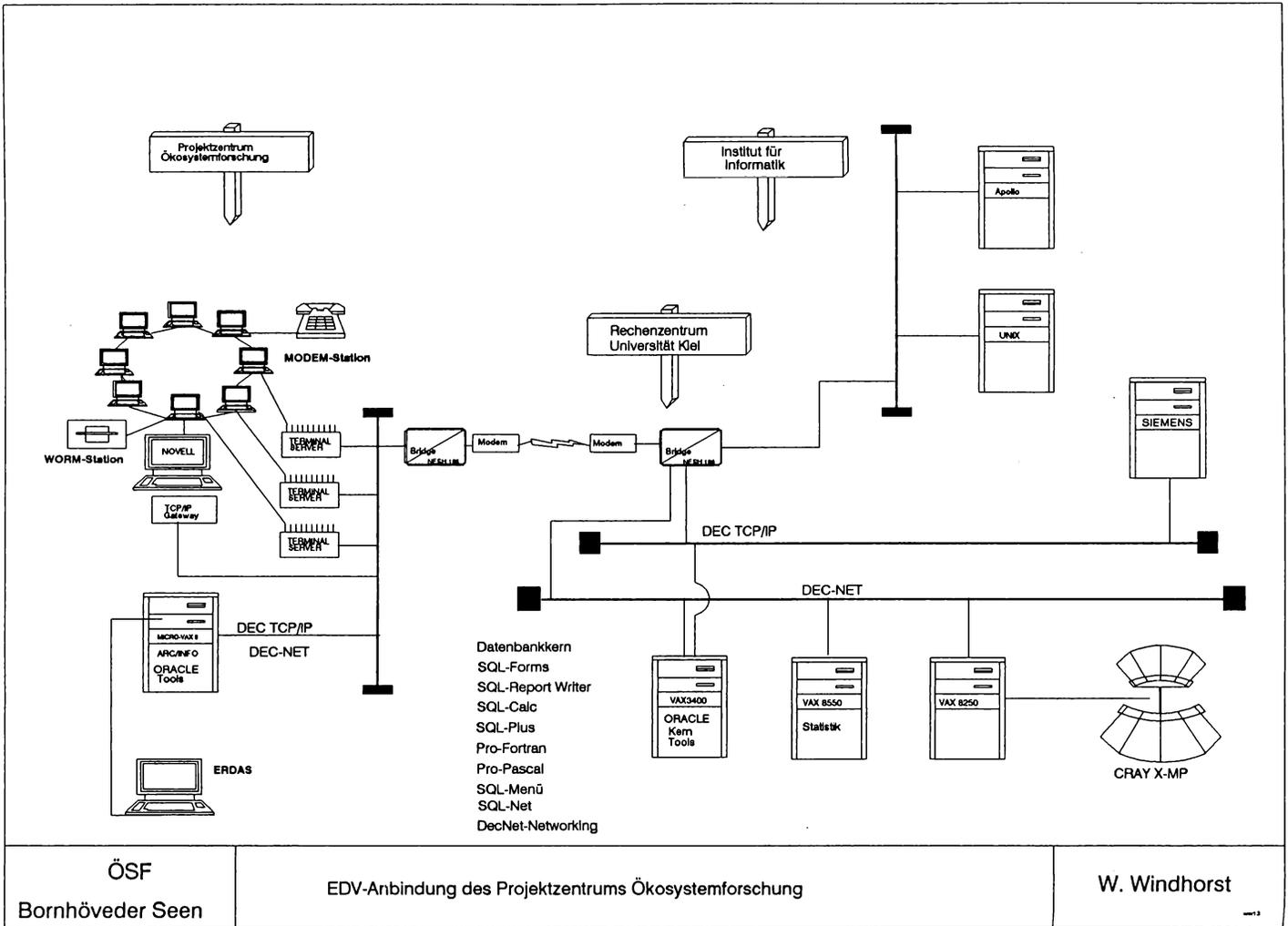
Die vorhandenen Bestandteile des Informationssystems sind die relationale Datenbank (ORACLE), das Geographische Informationssystem (ARC/INFO) und eine Modelibank, die mit Hilfe eines Modellunterstützungssystems (SYSL) ausgebaut wird.

Um dieses System jedoch zur Bearbeitung der übergeordneten und speziellen Zielsetzungen des Vorhabens einsetzen zu können, ist eine softwaregesteuerte inhaltliche Verknüpfung der eingesetzten Komponenten erforderlich, die in Kapitel 4 näher erläutert wird.

Abb. 2: Ebenen der Datenverarbeitung

Ebene	Aufgabe	Tätigkeit Werkzeug	
<p>Datenerfassung</p> <p>Dokumentation</p>	<p>Freilandmessungen Analysenergebnisse visuelle Beobachtungen</p>	<p>Analog/Digital – Wandlung Regelung – Steuerung – Speicherung Online-Darstellung Eingabemasken = Formblätter Luftbilder Satellitenbilder Kartendigitalisierung</p>	
<p>Korrektur</p> <p>Dokumentation</p>	<p>Fehlersuche Aproximation Plausibilitätskontrolle</p>	<p>Kontrollprogramme mit Editorfunktion Graphische Darstellung (komplett oder teilweise) Erstellung konsistenter Datensätze Verteilungstests, Mittelwerte, Minimum, Maximum etc.</p>	
<p>Interpretation</p> <p>Dokumentation</p>	<p>Datenanalyse und Datendarstellung Kartenherstellung</p>	<p>statistische Analyse Einbeziehung verschiedenener Datensätze bei der Zeitreihenanalytik und Varianzanalytik etc. bedarfsorientierte Erstellung von thematischen Karten</p>	
<p>Modellbildung</p> <p>Dokumentation</p>	<p>Modellentwicklung</p>	<p>Programmierung von Funktion, Input und Output Einsatz von Testdatensätzen Validierung am Gesamtdatenbestand Optimierung des Laufzeitverhaltens</p>	
<p>Anwendung</p> <p>Dokumentation</p>	<p>Modellläufe</p>	<p>Bereitstellung von getesteten Modellen mit konfektionierten Daten Läufe nur innerhalb getesteter Parameterkombinationen möglich</p>	
<p>ÖSF Bornhöveder Seen</p>	<p>Ebenen der Datenverarbeitung</p>		<p>W. Windhorst</p>

Abb. 3: EDV-Konfiguration im Projektzentrum Ökosystemforschung



ÖSF
Bornhöveder Seen

EDV-Anbindung des Projektzentrums Ökosystemforschung

W. Windhorst

4. Integration der Modellbildung in das Informationssystem, Modellbildungsstrategie

Wie schon in Kapitel 2 angedeutet wurde, stellt die Wirkungsanalyse von Belastungen die Kopp- lung aller Bereiche, die in Abb. 1 dargestellt sind, dar. Modelle, die zu diesem Zweck im o. g. Vor- haben erarbeitet werden, dienen dazu, unter Berücksichtigung der Stabilität sowie der Be- und Entlastbarkeit von Ökosystemen, deren Reaktion auf endogene oder exogene Störungen zu be- schreiben. Im Rahmen dieser Arbeiten, sind die von GIGON (1985), GIGON & BOLZERN (1988) und SCHWEGLER (1985) gestellten Forderungen zu berücksichtigen:

- Das betroffene System muß eindeutig definiert sein.
- Der räumliche Betrachtungsrahmen muß eindeutig definiert sein.
- Der zeitliche Betrachtungsrahmen muß eindeutig definiert sein.
- Die benutzten Bezugsmerkmale (Indikatoren oder Zustandsvariablen) müssen eindeutig defi- niert sein.
- Die Beurteilungsmaßstäbe zur Definition von Stabilitäts- oder Instabilitätsschwellenwerten müssen eindeutig festgelegt werden.
- Die Störungen müssen nach Art, Intensität, Dauer, Zeitpunkt und Ort eindeutig festgelegt wer- den.

Um diesen Forderungen auch beim Aufbau eines DV-gestützten Informationssystems gerecht werden zu können, bieten sich Modelle, Simulationsexperimente und Simulationen an, die nach PAGE (1989) wie folgt definiert werden:

- Modelle sind Abbildungen der als relevant angesehenen Eigenschaften eines realen oder ge- dachten Systems.
- Simulation ist der Vorgang der Generierung von Modellverhalten.

Um den Einsatz von Modellen innerhalb von DV-gestützten Informationssystemen effektiv orga- nisieren zu können, z. B. beim Zugriff auf die Datenbasis oder bei der Einbindung verfügbarer Module, müssen die Entwicklungsarbeiten zur Modellbildung einer einheitlichen Strategie folgen, wie sie unter anderem von JÖRGENSEN (1986) vorgeschlagen wird (s. Abb. 4).

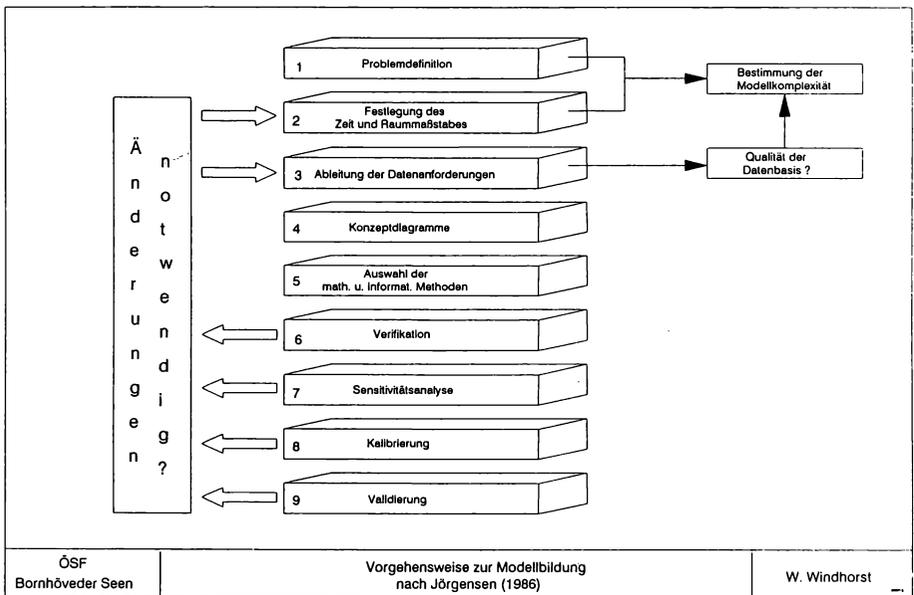


Abb. 4: Vorgehensweise zur Modellbildung

Validierte Modelle können nach TRAUBOTH (1988) unter anderem in folgenden Umweltbereichen Anwendung finden:

- Forschung und Wissenschaft zur Erkenntnisentwicklung.
- Planung, Systemanalyse, Entscheidungshilfe zur Ermittlung der Umweltverträglichkeit menschlicher Eingriffe in die Natur.
- Vorhersage von Schäden, Schadensfolgen und Wirkungen von Umweltschutzmaßnahmen.

4.1 Kopplung der Auswertungsstruktur mit der Datenbasis

Unter Berücksichtigung der Erfahrungen im IBP-Programm bei der Entwicklung von Gesamtmodellen und der in Abschnitt 4 formulierten Rahmenbedingungen, ergibt sich für die Arbeiten im o. g. Projekt die Notwendigkeit, die Vielfalt der Daten und Informationen mit der jeweils erforderlichen räumlichen und zeitlichen Auflösung den inhaltlichen Fragestellungen und Anforderungen zuzuordnen. Die Grundlage hierfür bietet das erarbeitete Hypothesensystem, das die übergeordneten Ziele und Aufgaben mit den einzelnen Ebenen im Informationssystem, wie in Abb. 5 dargestellt, verbindet.

Neben einer hierarchischen Zuordnung (H-Hypothesen, vertikale Strukturierung) der Fragestellung auf verschiedenen Ebenen ist es mit dem dargestellten System auch möglich, die Synergismen (S-Hypothesen) zwischen den Elementen auf einer horizontalen Ebene mit Hilfe einer Konnektivitätsmatrix darzustellen (siehe auch MÜLLER & FRÄNZLE 1991). Unter Bezug auf Abb. 4 erfolgt mit dem Hypothesensystem die Bearbeitung der Schritte 1 und 2 im Rahmen der angestrebten Modellbildung. Die technische Lösung, die den Zugriff auf die Datenbasis ermöglicht, ist in Abb. 6 dargestellt.

Die zentrale Verknüpfung zwischen Modellen und Daten stellen die Teilaufgaben dar, deren Bearbeitung durch die Teilvorhaben des Projektes erfolgt. Durch die Zuordnung von Bearbeiter, Erfassungsort und -methode und anderer wichtiger Informationen zur Teilaufgabe und der Kopplung dieser Informationen zu einer oder mehrerer Hypothesen über die Konnektivitätsmatrix, ist es möglich, gezielt auf einzelnen Datenbestände im Informationssystem zuzugreifen.

Der Teilaufgabenkatalog mit seiner direkten Verknüpfung zur primären Datenbasis kann z. B. mit dem Grunddatenkatalog verglichen werden, der zentrale Bedeutung beim Aufbau des Umweltinformationssystems für Niedersachsen hat und nach LESSING (1989) folgende Funktionen wahrnehmen soll:

- Schaffung von Transparenz über vorhandene Informations- und Methodenbestände.
- Ableitung von Informationslücken.

Ob und in welchem Umfang den Datenanforderungen bei der Modellbildung, die sich aus den Verknüpfungen von Hypothesen und Teilaufgaben ergeben, (s. auch Abb. 4, Schritt 3) entsprechen werden kann, muß anhand der Dokumentation der abgespeicherten Daten überprüft werden.

Zur Erleichterung der hierzu notwendigen Navigation in den großen und komplexen Datenbanken, allein die zentrale Datenbank des Projektzentrums ist in mehr als 100 Tabellen und Relationen gegliedert (WEISS 1989), ist neben der Entwicklung einer graphischen Datenbankoberfläche eine Unterstützung durch wissensbasierte Ansätze (BAUMEWERD-AHLMANN 1988, 1989, WEILAND & HÜBNER 1990) vorgesehen.

Neben der Strukturierung des Zugriffs auf die Datenbasis ermöglicht die weitere Zuordnung von Teilaufgaben und Hypothesen zu einem Modell auch dessen hierarchische Einordnung mit den dazugehörigen Wechselwirkungen im Hypothesenraum, die die Grundlage zur Erstellung von ausführlicheren Konzeptmodellen ist (s. Abb. 4, Schritt 4). Da zwangsläufig alle Arbeiten zur Modellbildung innerhalb des Hypothesensystems erfolgen, ist somit gleichzeitig die Struktur der angestrebten Modellbank vorgegeben. Die Einordnung der einzelnen Modelle erfolgt dabei mit den Informationen aus der Konnektivitätsmatrix und der hierarchischen Einordnung des bearbeiteten Problems.

Beim Aufbau der Wissensbasis für das vorgesehene Navigationssystem dienen diese logischen Verknüpfungen als Kennung für die erarbeiteten Problemlösungen, die schon zur Verfügung stehen.

Abb. 5: Ebenen im Informations- und Bewertungssystem

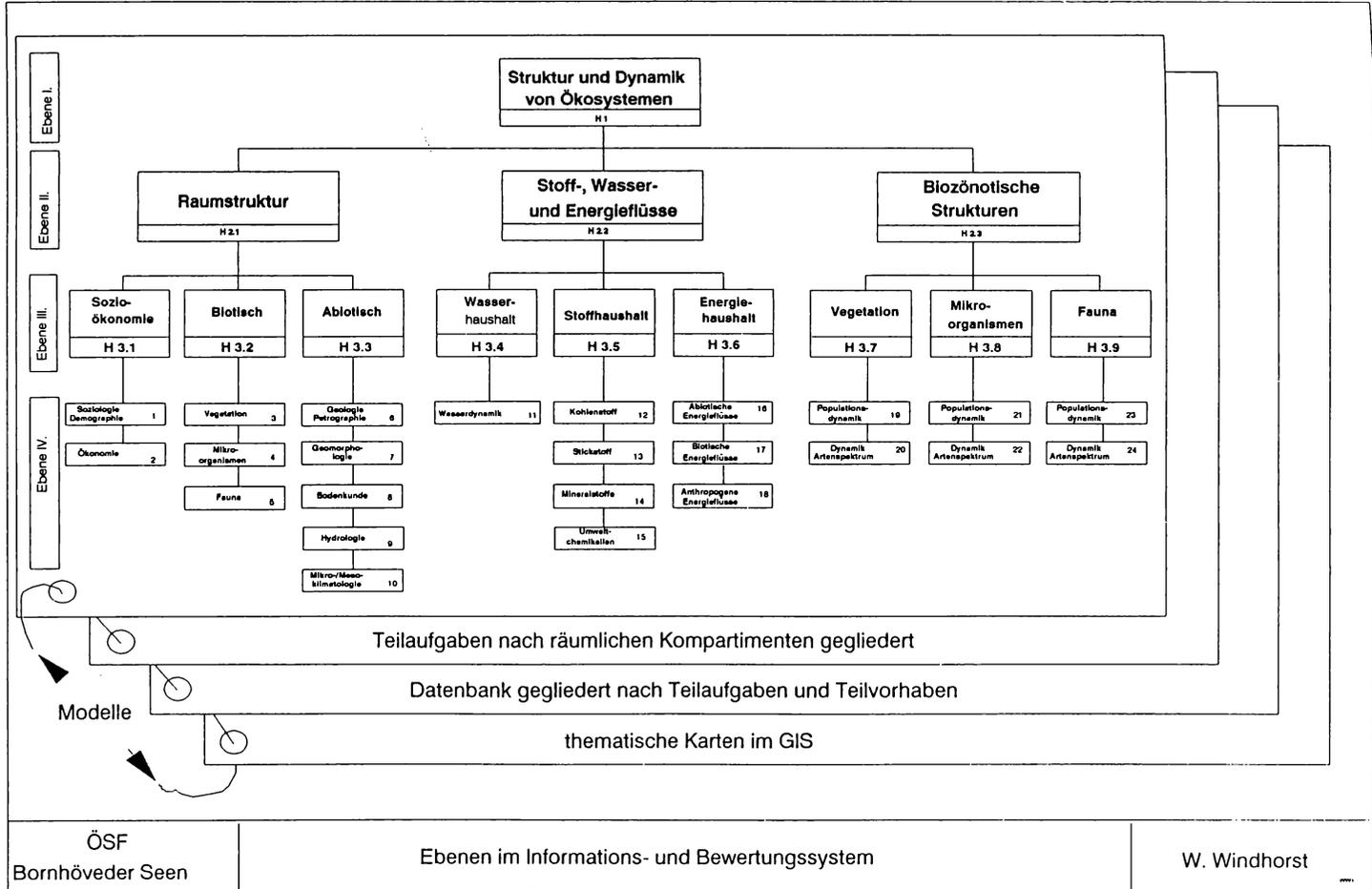
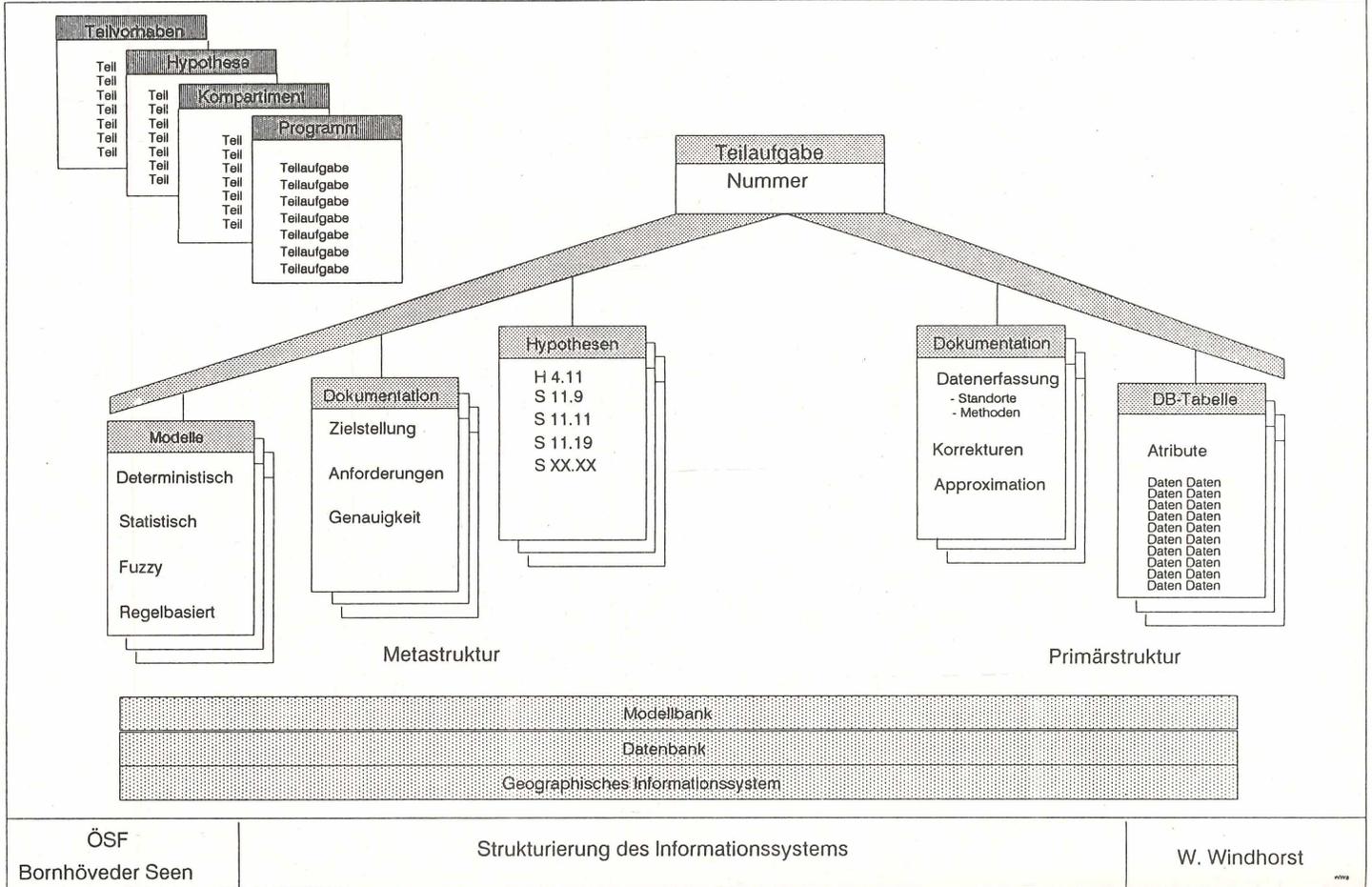


Abb. 6: Strukturierung des Informationssystems



Bei der Bereitstellung dieses Wissens für potentielle Anwender bietet sich der Einsatz objektiver Datenverarbeitungsmethoden an, die sich aufgrund ihrer Arbeitsweise besonders gut zu Bearbeitung hierarchisch strukturierter Probleme eignen (siehe auch HÄUSLEIN 1989).

4.2 Entwicklung eines offenen, hierarchisch orientierten Modellsystems

Sind der Zugriff auf die Datenbasis und die Einordnung der Modelle wie dargestellt möglich, fehlt noch die adäquate Auswahl der mathematisch-naturwissenschaftlichen Modelliermethoden (s. Abb. 4, Schritt 5). Die Arbeiten zur Modellbildung im Projekt "Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette" werden sich hierbei zunächst an der Hierarchitätstheorie orientieren (O'NEILL & al. 1986, siehe auch MÜLLER & FRÄNZLE 1991). Hiernach können die einzelnen Ebenen anhand der Umsatzgeschwindigkeiten gegliedert werden. Höhere hierarchische Ebenen haben geringe Umsatzraten, während tiefere Ebenen durch hohe Raten gekennzeichnet sind. Mit Hilfe dieser Frequenzen ist somit die erforderliche zeitliche Auflösung der verschiedenen Modelle oder Modellteile klassifizierbar. Je höher die Frequenz eines Strukturelements ist, desto höher sind auch in der Regel die Anforderungen an das zu verwendende Datenmaterial bezüglich der zeitlichen bzw. zeitlich/räumlichen Auflösung. Wird bei der Auswertung von einer nächsthöheren Ebene auf eine untere zurückgegriffen, können die hochfrequenten Daten der untergeordneten Strukturelemente aggregiert, also den niederfrequenten Anforderungen angepaßt werden, ohne Einbußen bei der Aussagegenauigkeit, die auf der höheren Ebene erforderlich ist, hinnehmen zu müssen.

Ähnliches gilt für die Wechselbeziehungen zwischen den Strukturelementen des Hypothesensystems auf einer horizontalen Ebene, da die Interaktionen zwischen den Subsystemen mit einer geringeren Frequenz ablaufen als die internen Umsatzraten eines Strukturtyps.

Durch die Integration des hierarchisch/synergistischen Hypothesensystems in das angestrebte Informationssystem ist es also möglich, aus der Gesamtheit des betrachteten Systems Teilbereiche zu extrahieren und Anforderungen an die Datenbasis abzuleiten. Dies ist eine der Grundvoraussetzungen bei der Entwicklung eines anwendungsorientierten Systems, um Problemlösungen auf DV-Konfigurationen unterschiedlicher Leistungsfähigkeit zur Verfügung stellen zu können.

4.2.1 Modelliermethoden

Je nach Datenbasis, Anforderungen der Teilbetrachtungen, die als Modell abgebildet werden sollen, und Kenntnisstand über die Interaktionen im extrahierten Betrachtungsraum stellen Mathematik und Informatik verschiedene Arbeitswerkzeuge zur Verfügung.

Hierzu gehören neben den analytischen, statistischen und deterministischen Methoden, bei deren Einsatz schon auf viele Entwicklungen im ökologischen Bereich zurückgegriffen werden kann, auch die Einbeziehung der Fuzzy Set Theorie. Dieser Theorie kann im Rahmen der Modellierung ökosystemarer Prozesse besondere Bedeutung zukommen, da es hiermit möglich ist, mit unscharfen Informationen und Daten reproduzierbare Modellergebnisse zu erlangen (SALSKY & SPERLBAUM 1990). Die Notwendigkeit, bei der Bearbeitung ökosystemarer Fragestellungen unscharfe Daten einzubeziehen, kann sich ergeben, wenn Wechselwirkungen zwischen den betrachteten Elementen im Ökosystem

- bislang nicht untersucht sind und nur durch Ableitung aus anderen Rahmenbedingungen abgeschätzt werden können,
- aus methodischen und meßtechnischen Gründen nicht meßbar sind und deshalb aus anderen Rahmenbedingungen abgeschätzt werden müssen,
- aus ökonomischen oder organisatorischen Gründen keine exakten Messungen vorliegen und durch subjektive Beurteilungen ersetzt werden müssen,
- aus ökonomischen Gründen nur beispielhaft erfaßt werden können und dann übertragen werden müssen.

Durch den Einsatz von Modellen, die auf dieser Theorie basieren, ist es möglich "Expertenwissen", das in Form von Beurteilungen zur Verfügung steht, in das Gesamtsystem reproduzierbar zu integrieren.

4.2.2 Softwarewerkzeuge

Die Auswahl der Softwarewerkzeuge, mit der die Modelle realisiert werden, hat sich zwangsläufig an den Möglichkeiten und Anforderungen der Hardware und an den Möglichkeiten zur Integration mit der Datenbank ORACLE und dem Geographischen Informationssystem ARC/INFO zu orientieren. Hierbei wird angestrebt, die Modellverwaltung und den Datenzugriff so weit wie möglich innerhalb der Datenbank zu organisieren. Als Unterstützungssystem zur Erstellung deterministischer Modelle wurde das auf FORTRAN basierende System SYSL ausgewählt. Dieses System ist sowohl auf der gesamten im Projekt eingesetzten Hardware lauffähig, als auch in der Lage, über Precompiler mit der Datenbank zu kommunizieren. Weiterhin erleichtert dieses System die Einbindung vieler vorhandener naturwissenschaftlicher Modelle, die in FORTRAN programmiert wurden.

Welches Softwareprodukt eingesetzt wird, um z. B. biozönotische Prozesse mit Hilfe objektorientierter Ansätze zu modellieren, ist noch nicht endgültig entschieden, da zur Zeit noch verschiedene Lösungen geprüft werden.

Um die notwendigen Arbeiten zum Auffüllen von Fehlstellen in Datensätzen oder Fragen zur räumlichen und zeitlichen Extrapolation adäquat durchführen zu können, ist die Einbindung statistischer Methoden notwendig. Zu diesem Zweck ist der Betrieb und die Weiterentwicklung von Schnittstellen zum Softwarepaket SAS vorgesehen.

Im Rahmen der Arbeiten zur Modellbildung im Projekt "Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette" ist, nachdem die Struktur des Vorgehens anhand des formulierten Hypothesensystems entwickelt wurde und der Einsatz der vorgestellten Werkzeuge zur Durchführung der restlichen Schritte zur Modellbildung (s. Abb. 4) kurz erläutert wurde, die Entwicklung von Einzelmodellen zur Überprüfung der verschiedenen Fragestellungen vorgesehen. Die Entwicklung von allgemeinen Grundlagenmodellen, die vornehmlich im Teilvorhaben Modellbildung für die Ebenen 2 bis 4 im Hypothesenraum erfolgt, wird ergänzt durch die Arbeiten der Fachwissenschaftler, die die o. g. Werkzeuge zur Erstellung detaillierter Modelle zur Prozeßanalyse einzelner Strukturelemente der Ebene 4 und 5 im Hypothesenraum nutzen.

In der ersten Ausbaustufe des Systems ist eine projektinterne Nutzung der Modelle und des Informationssystems zur Überprüfung seiner Funktionsfähigkeit und als Integrationsinstrument der einzelnen Arbeiten vorgesehen.

Erst nach Überprüfung der Validität der eingesetzten Methoden ist die allgemeine Bereitstellung des Systems vorgesehen. Die weiteren Ausbaustufen dienen der Optimierung des Laufzeitverhaltens des Gesamtsystems und der Extraktion von Einzellösungen, die zusammen mit kooperierenden Wissenschaftlern und Anwendern in der Praxis geprüft werden sollen.

Literatur

- BAUMEWERD-AHLMANN, A., 1988: Moderne Datenbanken und wissensbasierte Systeme für die Umweltverträglichkeitsprüfung - Einsatzmöglichkeiten und Anforderungen. In: Proc. 18. GI-Jahrestagung I, Informatik Fachberichte. Springer-Verlag: 13 S.
- BAUMEWERD-AHLMANN, A., 1989: Strukturierungskonzepte in wissensbasierten Beratungssystemen für die Umweltplanung. In: Proc. 4. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik Fachberichte. Springer-Verlag: 10 S.
- EBENHÖH, W., 1988: Überlegungen zu einem Forschungsprojekt "Wattenmeer" In: Texte des Umweltbundesamtes 11/89.
- GIGON, A., 1985: Typologie und Erfassung der ökologischen Stabilität und Instabilität mit Beispielen aus Gebirgsökosystemen. Verh. Ges. Ökol. 12: 17 S.
- GIGON, A. & H. BOLZERN, 1985: Was ist das biologische Gleichgewicht? In: Aus Forschung und Medizin, 3. Jahrgang: 11 S.
- HABER, W., 1991: Ökosystemforschung als Grundlage für einen ganzheitlichen Umweltschutz. Verh. Ges. Ökol. 19: im Druck.

- HÄUSLEIN, A., 1989: Wissensbasierte Ansätze zur Unterstützung der Modellbildung und Simulation im Umweltbereich. In: Proc. 4. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik Fachberichte. Springer-Verlag: 10 S.
- JÖRGENSEN, S. E., 1986: Fundamentals of Ecological Modelling. Elsevier: 392 S.
- KREMERS, H., LINE, M.-P., NEUGEBAUER, L., RIETHMÜLLER, R. & W. WINDHORST, 1990: Arbeitskreis "Umweltdatenbanken" - Ziele und Ergebnisse. In: Proc. 5. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik Fachberichte. Springer-Verlag, im Druck: 20 S.
- LESSING, H., 1989: Umweltinformationssysteme - Anforderungen und Möglichkeiten am Beispiel Niedersachsens. In: Proc. 4. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik Fachberichte. Springer-Verlag: 10 S.
- MAB-MITTEILUNGEN 16, 1983: Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden. Deutsches Nationalkomitee für das UNESCO-Programm "Der Mensch und die Biosphäre", Bonn.
- MICHENER, W. K. & al., 1986: Research Data Management in the Ecological Sciences. University of South Carolina Press: 426 S.
- MÜLLER, F. & O. FRÄNZLE, 1991: Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette: Forschungskonzept und Stand der Arbeiten. Verh. Ges. Ökol. 20: 95-106.
- O'NEILL, P. V., DE ANGELIS, D. L., WAIDE, J. B. & T. H. F. ALLEN, 1986: A Hierarchical Concept of Ecosystems. Princeton.
- PAGE, B., 1989: Zum Stand der DV- und Informatikanwendungen auf dem Umweltsektor. In: UMLIS Bibliographie Umwelt-Informatik. Erich Schmidt Verlag, Berlin: 52 S.
- PIETSCH, J., 1988: Kommunale Umweltinformationssysteme - Anforderungsprofile - Inhalte - Beiträge der Umweltplanung. In: Proc. 18. GI-Jahrestagung I, Informatik Fachberichte. Springer-Verlag: 14 S.
- SALSKY, A. & C. SPERLBAUM, 1990: Fuzzy Approach to Modelling in Ecosystem Research. In: 3rd Inter. Conf. on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based-Systems: 10 S.
- SCHWEGLER, 1983: Ökologische Stabilität. Verh. Ges. Ökol. 13: 8 S.
- TRAUBOTH, H., 1987: Was kann die Informationstechnik für den Umweltschutz tun? Automatisierungstechnik 35: 12 S.
- WAGNER, G., 1990: Konzept und Betrieb der deutschen Umweltprobenbank. Interne Mitteilungen des Projektes Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette, Eigenverlag.
- WEILAND, U. & M. HÜBNER, 1990: Das Projekt EXCEPT: Expert-System for Computer-Aided Environmental Planning Tasks. IBM - Institut für Wissensbasierte Systeme, Report 114. 14 S.
- WEISS, W., 1989: Konzeptueller Entwurf einer Ökosystemdatenbank. Diplomarbeit, Institut für Informatik und praktische Mathematik der Universität Kiel.
- WINDHORST, W., SCHAEFER, W., SALSKY, A. & M. MEYER, 1989: Erfassung, Verwaltung und Auswertung von Daten im Projektzentrum Ökosystemforschung der Christian-Albrechts-Universität Kiel. In: Proc. 4. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik Fachberichte. Springer-Verlag: 12 S.
- ZÖLITZ, R., 1989: Integrierte Umweltbeobachtung in Schleswig-Holstein - Aufgaben eines Geographischen Informationssystems in der angewandten Geoökologie. GIS H. 3: 7 S.

Adresse

Dr. Wilhelm Windhorst
 Projektzentrum Ökosystemforschung
 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
 Schauenburger Straße 112

W - 2300 Kiel 1

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: [20_1_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Windhorst Wilhelm

Artikel/Article: [Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette: Datenverarbeitung und Modellbildungsstrategie 107-117](#)