

GIS in Naturschutz und Landschaftspflege

Laufener Seminarbeiträge 4/96



GIS in Naturschutz und Landschaftspflege

Gemeinsame Fachtagung von

Zentrum für Geographische Informationsverarbeitung
am Institut für Geographie der Universität Salzburg
und

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege

am 4. Juli 1996 an der
Universität Salzburg

Seminarleitung:

Dr. Michael Vogel, Bayerisches Staatsministerium für
Landesentwicklung und Umweltfragen

Dr. Thomas Blaschke, Institut für Geographie der
Universität Salzburg

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

D - 83406 Laufen/Salzach, Postfach 1261

Telefon (08682) 8963-0, Telefax (08682) 8963-17 (Verwaltung) und 08682/1560 (Fachbereiche)

1996

Zum Titelbild:

Geographische Informationssysteme (GIS) sind - technisch gesehen - Systeme zur Erfassung, Verarbeitung und Präsentation von Daten, die sich auf räumliche Objekte beziehen. Ihr Einsatzfeld ist nahezu unbegrenzt, da letztlich fast alle konkreten Objekte einen räumlichen Bezug aufweisen. Für Naturschutz und Landschaftspflege bieten solche Systeme Möglichkeiten, bei ständig steigenden Nutzungskonflikten die herrschende Informationsfülle vorhandener Daten gezielt zu nutzen. Über den räumlichen Bezug als Primärschlüssel können auch in verschiedenen Datenformaten, Maßstäben und Projektionen vorliegende Daten zu einer Analyse zusammengeführt werden. Die Überlagerung einer Ausgangskarte mit einem regelmäßigen Raster in der Bildmitte deutet unterschiedliche Erfassungs- und Präsentationsformen an. Synoptische Auswertungen erfordern jedoch die Beachtung von Datenniveaus, Abstraktionsgraden und Verknüpfungsregeln.

Daher bedingen Geographische Informationssysteme - obwohl mittlerweile kostengünstige und bedienerfreundliche Lösungen existieren - ein Methodenwissen, das deutlich über die Bedienungsanforderungen von "normaler" Bürosoftware hinausgeht.

Laufener Seminarbeiträge 4/96

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ISSN 0175-0852

ISBN 3-931175-18 - 9

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Notker Mallach, ANL

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen -auch auszugsweise- aus den Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Satz: Marianne Zimmermann, ANL

Druck und Bindung: ANL; Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)

Vorwort

Die Zusammenarbeit der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege mit der geographischen Wissenschaft hat Tradition. Das zeigt sich sowohl in den Publikationen der ANL als auch in personeller Hinsicht. So wurden an der ANL etliche wissenschaftliche Forschungsarbeiten von Geographen bearbeitet.

Eine enge Kooperation einer Naturschutzinstitution mit einem Geographischen Institut ist nicht selbstverständlich. Manche Biologen betrachten Naturschutz als "ihre" Domäne. Wenn hier also etwaige Barrieren des Denkens in Wissenschaftsdisziplinen überwunden werden, so ist das vor allem einer modernen Entwicklung zu verdanken, die in der Geographie ihren Ausgang nahm und immer mehr Anwendungsbereiche berührt; den Geographischen Informationssystemen (GIS).

Die ANL besitzt ein solches System seit Anfang 1991 und setzt es vor allem im Projekt "Salzachauen" an zentraler Stelle ein. Es zeigt sich, daß ein solch komplexes System zwar große Anstrengungen in der Startphase erfordert, daß es jedoch bei der synoptischen Betrachtung, wie es ein moderner Naturschutz erfordert, ein überaus geeignetes Instrument ist, unterschiedlichste Themen, die in verschiedensten Maßstäben und Darstellungsformen vorliegen, über den Schlüssel der räumlichen Lage zu einer komplexen Analyse zusammenzuführen. In dem Projekt Salzachauen konnten so zahlreiche z. T.

sehr heterogene Daten der beteiligten Projektpartner in eine ökologische Zustandserfassung integriert werden. Bereits in unserer Publikation "Laufener Seminarbeiträge 3/95 - Dynamik als ökologischer Faktor" wurde über "Möglichkeiten einer interdisziplinären Analyse dynamischer Prozesse mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems" berichtet. Das Überblicksreferat im vorliegenden Tagungsbericht vervollständigt und aktualisiert diesen Kenntnisstand.

Verweisen möchte ich auch auf unseren "Laufener Seminarbeitrag" 1/90 mit dem Titel "Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung in der Landschaftsökologie", ein Heft, das seinerzeit ebenfalls im Zusammenwirken mit namhaften Geographen und der ANL zustande kam. Ich begrüße die weitere enge Zusammenarbeit und die jetzige Veröffentlichung der Tagungsreferate in unserer Reihe "Laufener Seminarbeiträge", da dadurch eine gute Verbreitung der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Nutzen der praxisbezogenen Naturschutzplanung, -kartierung und -verwaltung gewährleistet ist. Und das ist laut Art. 40 des Bayerischen Naturschutzgesetzes unsere Aufgabe.

Da dieser Band der Laufener Seminarbeiträge bereits zur Tagung vorliegen wird, was fast ein Novum darstellt, darf ich hiermit auch der Veranstaltung selbst einen guten programmgemäßen Verlauf und viel Erfolg wünschen.



Dr. Christoph Goppel
Direktor der Bayerischen Akademie für
Naturschutz und Landschaftspflege

Einführung in das Thema	Thomas BLASCHKE	5-6
GIS in Naturschutz und Landschaftspflege: Überblick über Wissensstand, Anwendungen und Defizite *)	Michael VOGEL, Thomas BLASCHKE	7-19
Spatial Decision Support Systems in Naturschutz und Landschaftspflege? Umsetzungsaspekte für die raumbezogene Planung. *)	Marion CZERANKA	21-27
Die Fachinformationssysteme Forst, Grün und Naturschutz im Hamburger Umweltinformationssystem HUIS	Klaus GREVE, Michael HEISS	29-39
GIS-Einsatz im Natur- und Landschaftsschutz des BU-WAL	Jürg SCHENKER, Tom KLINGL	41-45
SAGIS-Einsatz im Naturschutzbereich des Amtes der Salzburger Landesregierung - Erfahrungen und Ausblick -	Bernhard FÖLSCHKE, Günther NOWOTNY	47-51
Umweltinformationssysteme als Grundlage des Naturschutzes	Thomas BLASCHKE, Mathias BOCK, Wolfgang DU BOIS, Klaus GREVE, Rolf HELFRICH, Stefan JENSEN, Heiner NAGEL	53-57
Integration von Funddaten ins Natur- und Landschaftsschutzinventar Graubünden mit GIS	Norbert DANUSER	59-63
Aufbau und Einsatz von GIS für naturschutzfachliche Bearbeitungen in Braunkohlenlandschaften Mitteldeutschlands	Wolfgang FROTSCHER, Holger GOJ, Werner LEDERER	65-69
Ökologische Überprüfung und Bewertung von Skigebieten mit Hilfe geographischer Informationssysteme	Ulrike PRÖBSTL, Bernhard FÖRSTER	71-78
Erfahrungen mit dem CIR-Interpretationsschlüssel der Landesumweltbehörden bei der Anwendung im alpinen Raum - Update und Umstellung der Biotop- und Nutzungstypenkartierung im Biosphärenreservat Berchtesgaden	Ulrich KIAS, Walter DEMEL, Kerstin REITER	79-83
GIS-Anwendung in einer Umweltverträglichkeitsstudie zum ökologischen Hochwasserschutz	Detlef GÜNTHER-DIRINGER	85-88

*) Diese Beiträge sind im Rahmen der AGIT "peer-reviewed"

Einführung in das Thema

Josef STROBL, Michael VOGEL und Thomas BLASCHKE

Die vorliegenden Beiträge entstammen der Fachtagung GIS in Naturschutz und Landschaftspflege, die im Rahmen des AGIT-Symposiums als thematisch zentrierte Veranstaltung gemeinsam vom Institut für Geographie der Universität Salzburg und der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege am 4. Juli 1996 in Salzburg abgehalten wurde. Zwar gab es auch in den letzten Jahren auf GIS-Symposien einzelne Beiträge aus den Bereichen Naturschutz und Landschaftspflege, doch ist es vor allem für "Nicht-GIS-Spezialisten" schwierig, sich einen Überblick zu verschaffen. Obwohl Geographische Informationssysteme ihren Ursprung Ende der 60er Jahre in Nordamerika nahmen und seit Anfang der 80er Jahre leistungsfähige kommerzielle Systeme zur Verfügung stehen, blieb jahrelang ein Einsatz in Naturschutz, angewandter Biologie und Ökologie Einzelfällen vorbehalten. Dabei wurde im MAB-Projekt Berchtesgaden in der zweiten Hälfte der 80er Jahre eindrucksvoll gezeigt, wie GIS-Technologie in einer komplexen ökosystemaren Studie eine zentrale Rolle einnehmen kann. Es vergingen dann dennoch viele Jahre, bis nun eine große Nachfrage nicht nur nach GIS-Systemen, sondern vor allem auch nach GIS-gestützten Methoden, Know-how und damit nach Ausbildung entstand. Dieser Ausbildungsbedarf wird derzeit bei weitem nicht gedeckt. Nicht nur für Studenten der Biologie, Landespflege, Geographie usw. sondern für die im Berufsleben stehenden verantwortlichen Fachleute in Naturschutz und Landschaftspflege ist es relativ schwierig, sich in Ansatz, Strukturen und Methoden Geographischer Informationssysteme einzuarbeiten. Wie groß die Nachfrage plötzlich ist zeigen unter anderem zwei ähnlich benannte Veranstaltungen binnen eines Jahres, die sich beide regen Interesses erfreuten: Das Symposium "GIS im Naturschutz" am 11./12.4. in Braunschweig und diese Fachtagung im Rahmen des jährlichen AGIT-Symposiums. In zahlreichen Einzelgesprächen auf beiden Veranstaltungen wurde deutlich, wie stark der Informationsbedarf im praktischen Naturschutz, in der angewandten Ökologie, in Landschaftsplanung, Landschaftspflege und vielen anderen Bereichen ist. Obwohl sich zahlreiche private Büros ein Geographisches Informationssystem angeschafft haben, ist für viele Benutzer GIS zwar ein Hilfsmittel, das manche Arbeiten schneller oder effizienter gestaltet, aber auch eine "black box". Der Begriff black box bezieht sich dabei nicht nur auf die Software. Es wird zunehmend deutlich, daß Kenntnisse im Umgang mit z.T. kostbaren Daten wichtig sind, die

die langlebigste und oft teuerste Komponente eines GIS darstellen. Aber auch GIS als Technik und Methode ist ein schwieriger Brocken auf dem Weg zu einem erfolgreichen Einsatz.

Die Motivation für eine solche Veranstaltung ist also gegeben. Ziel war es, einer kleinen Zahl an Beiträgen zu grundlegenden Problemen möglichst viele konkrete Anwendungen und Erfahrungsberichte aus der Praxis gegenüberzustellen, da ein wesentliches Charakteristikum von Naturschutz und Landschaftspflege deren Handlungs- und Praxisorientierung ist. Am Anfang dieses Bandes steht daher ein Überblicksbeitrag von M. VOGEL und T. BLASCHKE über den GIS Einsatz in Naturschutz und Landschaftspflege. Die Autoren sehen neben allen momentanen Problemen prinzipiell - bei Lösung aller methodischen Probleme und bei Behebung der Ausbildungsdefizite - die Chance für einen vorausschauenden (prospektiven) und "voraushandelnden" ("proaktiven") Naturschutz. Bei einer stärkeren Entwicklung in diese Richtung liegt der Ansatz von entscheidungsunterstützenden Modellen nahe. M. CZERANKA beschreibt die Kopplung von GIS und entscheidungsunterstützenden Systemen zu "Spatial Decision Support Systems" für den Naturschutz. Die Autorin gibt dabei einen umfassenden Überblick über aktuelle Entwicklungen und liefert ein theoretisches Grundgerüst. Die darauf folgenden neun Beiträge sind allesamt kurze und thematisch klar abgegrenzte Darstellungen unterschiedlicher praktischer Anwendungen. Gemeinsam ist den ersten fünf Aufsätzen, daß Naturschutzbereiche öffentlicher Verwaltungen entweder eigene Fachinformationssysteme aufgebaut haben oder wesentliche Bestandteile von umfassenderen Umweltinformationssystemen bilden. K. GREVE und M. HEIß schildern den inzwischen vollzogenen Aufbau von drei Fachinformationssystemen innerhalb des Hamburger Umweltinformationssystems. J. SCHENKER und T. KLINGL beleuchten den GIS-Einsatz in Natur- und Landschaftsschutz in der Schweiz und G. NOWOTNY und B. FÖLSCHKE können über mehrjährige Erfahrungen mit GIS im Naturschutzbereich im Land Salzburg berichten. Da üblicherweise die ersten Jahre derartiger Projekte ganz im Zeichen der Datenerfassung (Stichwort Biotopkartierung) stehen, kann bereits auf umfangreiche Basisdaten zurückgegriffen und analytische Kapazitäten von GIS stärker in der eigentlichen Naturschutzarbeit genutzt werden. Daß dies keinesfalls selbstverständlich ist, zeigt der Beitrag eines Autorenteam (T. BLASCHKE, M. BOCK,

W. DUBOIS, K. GREVE, R. HELFRICH, S. JENSEN, H. NAGEL). Aus der konkreten Perspektive von mehreren deutschen Bundesländern wird hier versucht, elementare Erkenntnisse herauszustellen, die in komprimierter Form dem Leser einen Einblick in den Stand von Umweltinformationssystemen aus Sicht des Naturschutzes geben. Dabei werden ohne Beschönigung auch sehr kritisch die (derzeitigen) Grenzen dieser Systeme aufgezeigt, die weniger in der Leistungsfähigkeit von Hard- und Software liegen, als in den Schwierigkeiten, GIS als Methode und Werkzeug in bestehenden Strukturen zu implementieren.

N. DANUSER stellt für den Kanton Graubünden die Implementation von naturschutzrelevanten Daten im Rahmen eines Natur- und Landschaftsinventars dar. W. FROTSCHER, H. GOJ und W. LEDENER haben innerhalb eines großen Projekts in den Bergbaufolgelandschaften des mitteldeutschen Braunkohlereviere ein GIS aufgebaut, um ökologisch wertvolle Bereiche zu identifizieren und Maßnahmen für Schutz, Pflege und Entwicklung festzulegen und um stattfindende Sanierungsmaßnahmen zu koordinieren. Sehr konkret ist auch die Aufgabenstellung innerhalb eines Projekts der ökologischen Überprüfung und Bewertung von Ski-gebieten (B. FÖRSTER und U. PRÖBSTL): Auf Basis einer differenzierten Bestandsanalyse sollen praxisrelevante Vorschläge für Sanierungs-, Rekultivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen erfolgen. U. KIAS, W. DEMEL und K. REITER präsentieren erste Ergebnisse der Anwendung des Luftbildinterpretationsschlüssel der Arbeitsgemeinschaft Naturschutz der Landesumweltverwaltungen am Beispiel des Biosphärenreservats Berchtesgaden. Der GIS-Einsatz in einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung zum ökologischen Hochwasserschutz wird von D. GÜNTHER-DIRINGER vorgestellt.

Die Ergebnisse zweier unterschiedlich gelagerter Studien an Rhein und Elbe deuten die Möglichkeiten und die Notwendigkeiten für den privaten Naturschutz an. Die Vielfalt dieser Arbeiten zeigt auch, daß GIS keineswegs (mehr) eine Domäne von Universitäten und Behörden mit Großrechnern und riesigen Geräteausstattungen ist.

Mehrere der hier vorgestellten Arbeiten zeigen, daß der GIS-Einsatz schon lange nicht mehr von teurer Hard- und Software limitiert wird. Auf leistungsstarken PCs neuerer Generation und in zunehmendem Maße auf Windows/WindowsNT oder Macintosh basierter Software stehen praktisch alle notwendigen GIS-Verfahren und Algorithmen zur Verfügung. Auch kleinere Büros und Selbstständige können sich diese Investitionen zunehmend leisten. Mit diesen Erstinvestitionen ist jedoch nur die Spitze des Eisbergs abgedeckt. Die wichtigsten Bestandteile sind Daten und know how. Ersteres ist meist teuer und erfordert gute Kenntnisse des Marktes und zweiteres, der *"human factor"*, ist insofern problematisch, da hier kein ausreichender Markt zur Verfügung steht, Wissen "einzukaufen".

Die Veranstaltung versucht einen Beitrag zu leisten, GIS-Anwendungen in Naturschutz und Landschaftspflege bekannter zu machen und Anregungen zu vermitteln. Sie kann kein fehlendes Lehrbuch zu diesem Thema ersetzen. Wir hoffen, daß damit ein Baustein in die Hand gegeben wird, sich einen ersten Überblick zu verschaffen, aber auch von den konkreten Erfahrungen anderer zu profitieren. Dennoch ist in methodisch-konzeptueller Hinsicht noch viel Arbeit nötig, bewährte Methoden und Arbeitsweisen von Fachdisziplinen in GIS zu integrieren und in der Praxis umzusetzen.

Josef STROBL, Michael VOGEL
und Thomas BLASCHKE

GIS in Naturschutz und Landschaftspflege: Überblick über Wissensstand, Anwendungen und Defizite

Michael VOGEL* und Thomas BLASCHKE**

Zusammenfassung

Sachgerechtes Handeln erfordert bei der heute herrschenden Informationsfülle und bei konkurrierenden Nutzungsabsichten von Umweltressourcen immer stärker den Einsatz von Geographischen Informationssystemen (GIS) in Naturschutz und Landschaftspflege. In den Novellierungsentwürfen zum deutschen Bundesnaturschutzgesetz ist eine Regelung für ein medienübergreifendes ökologisches Umweltbeobachtungssystem vorgesehen. Es existieren einzelne Beobachtungsprogramme, die aber bis jetzt keine ökologische Gesamtschau ermöglichen. In Zukunft müssen vorhandene Daten stärker analytisch in verschiedenen Zusammenhängen genutzt und synoptisch verknüpft werden. Ziel muß sein, ökologisch ungünstige Entwicklungen rechtzeitig zu erkennen, daraus Prioritäten für praktisches Handeln aufzuzeigen und damit Gefahren für Mensch und Umwelt wirkungsvoller begegnen zu können. Gestärkt werden muß der sogenannte Vorsorgeaspekt. Der Naturschutz hat hier die einmalige Chance, mit einem gezielten Einsatz von Wissen, know how und mit GIS als modernes Instrumentarium und Methode zugleich, aus einer Defensivhaltung und dem ständigen Reagieren auf geplante oder vollzogene Umweltveränderungen herauszukommen. Obwohl GIS als Werkzeug und als Methode allgemein etabliert und weit fortgeschritten ist, wird gezeigt, daß nach wie vor konzeptuelle Probleme der Umsetzung von Methoden verschiedener Fachdisziplinen über die Einzelanwendung hinaus bestehen.

1 Einleitung und Problemstellung

Tagtäglich werden Entscheidungen getroffen, die unsere biotische und abiotische Umwelt negativ beeinflussen. Lebensraumzerstörung und Artenvernichtung haben erst in den letzten Jahrzehnten dramatische Ausmaße angenommen. So sind z.B. über 40% aller Farn- und Blütenpflanzen und über 50%

aller Säugetierarten in unterschiedlichen Bedrohungsgraden in der Roten Liste Deutschlands 1990 enthalten.

Wie hinreichend bekannt, ist dieses Artensterben selten durch ein aktives Ausrotten durch den Menschen, sondern durch den Verlust und die Veränderung des Lebensraumes bedingt. Die meisten der heutigen Landnutzungsformen übernutzen zunehmend die Natur (PLACHTER 1991). Neben den unmittelbaren flächenhaften Nutzungsansprüchen sind auch die indirekten Auswirkungen enorm. So wird in den meisten Flächenbilanzen z. B. die Zerschneidungswirkung von Straßen, Eisenbahnlinien, Leitungen usw. auf Tierpopulationen nicht berücksichtigt. In der Naturschutzarbeit wird heute auch mehr und mehr erkannt, daß neben dem - unwidersprochen notwendigen - Einrichten von Schutzgebieten auch flächenhafte Nutzungsextensivierungen erforderlich sind (HEYDEMANN 1985, Erz 1986, Zielonkowski 1988, Jedicke 1990, Kaule 1991, Plachter 1992b).

Die konkurrierenden Nutzungsansprüche sind vielfältig. Gleiches gilt auch für die Aufgaben des Naturschutzes. Neben dem Artenschutz im herkömmlichen Sinne und dem Biotopschutz durch Ausweisen von Reservaten ist der Schutz der abiotischen Naturgüter Wasser, Boden und Luft nicht nur unter menschlichen Gesichtspunkten (technischer Umweltschutz) sondern auch unter ökosystemaren Gesichtspunkten notwendig. Nach Plachter (1992c, hier vereinfacht wiedergegeben) sind über die "traditionellen" Aufgaben hinaus in Zukunft vor allem zwei Aufgabenfelder bedeutend, die bisher zu wenig in Angriff genommen werden konnten:

- Der Schutz der ökosystemaren Grundfunktionen zum Erhalt und zur Förderung natürlicher dynamischer Prozesse wie Arealveränderungen, Individuenaustausch zwischen Populationen, Neubesiedlung, Sukzession, Artneubildung, und Evolution unter ungestörten Bedingungen,

* Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen, Derzeit: Geschäftsführer LANA (Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung). Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Rosenkavalierplatz 2, D-81925 München, Email: Bayern.Naturschutz@t-online.de
Institut für Geographie, Universität Salzburg, Hellbrunner Str. 34, A - 5020 Salzburg, Email: tblaschk@geo.sbg.ac.at

- Beiträge zur Steuerung der Land- bzw. Landschaftsnutzung im Sinne nachhaltiger, natur-schonender, energie- und stoffsparender Nutzungstechniken (wise use, sustainable use).

Naturschutz war bisher von einem weitgehend statischen Denken geprägt. Dies erscheint gerechtfertigt, solange es um den Schutz nur schwer regenerierbarer Ökosysteme mit langer Entwicklungsdauer und um die Sicherung akut bedrohter Teile der Natur geht (PLACHTER 1991). Plachter fordert daher dynamische Schutz- und Entwicklungsstrategien, die räumlich-funktionale Gesichtspunkte in den Mittelpunkt der Überlegungen stellen.

HYPOTHESE:

Zur Verwirklichung derartiger Zielvorstellungen im Naturschutz bieten sich nicht nur Geographische Informationssysteme an, die Autoren stellen vielmehr die Hypothese auf, daß in Zukunft bei weiter steigenden Nutzungsansprüchen und Vielfalt konkurrierender Nutzungen ohne den Einsatz Geographischer Informationssysteme ein moderner Naturschutz nicht möglich sein wird. Moderner Naturschutz heißt vor allem, nicht nur auf beabsichtigte oder bereits vollzogene Umweltveränderungen zu reagieren, sondern ein Datenmanagement zu betreiben, das es ermöglicht, vorausschauenden (*prospektiven*) und "voraushandelnden" ("*proaktiven*") Naturschutz zu betreiben.

Im folgenden wird diese - für einige durchaus gewagt klingende - Behauptung verdeutlicht.

2 Geographische Informationssysteme - Geographische Informationsverarbeitung

Das Spektrum der in Geographischen Informationssystemen zur Verfügung stehenden Werkzeuge ist enorm breit und die Anwendbarkeit in unterschiedlichsten Anwendungsdisziplinen ausreichend dokumentiert. Die Grundzüge von GIS als Methode/Werkzeug werden daher weitgehend als bekannt vorausgesetzt, so daß hier die "Schnittstelle" beleuchtet werden kann, die bei der Umsetzung inhaltlicher Fragestellungen durch den Computereinsatz entsteht und die immer mehr zum limitierenden Faktor einer weiteren Anwendungsverbreitung avanciert. Ein Aspekt sei jedoch hervorgehoben: Den zahlreichen, meist funktional-deskriptiven Definitionen eines GIS liegt neben den elementaren Bestandteilen der Erfassung, Verwaltung und Darstellung der Daten vor allem die Analyse als gemeinsamer Nenner zu Grunde. Im Gegensatz zu Datenbasis-orientierten Anwendungen mit allenfalls koordinativem Bezug von Objekten zu ihrer räumlichen Lage steht das Bestreben nach analytischer Auswertung zumeist im Mittelpunkt und "bildet einen konstituierenden Bestandteil und wesentliches Spezifikum von GIS" (STROBL 1992, 47). In den folgenden Kapiteln klingt jedoch immer wieder an, daß der derzeitige Einsatz von GIS in der Praxis des Naturschutzes im deutschsprachigen Raum unbefriedigend ist. Dies hat verschiedene

Ursachen (vgl. BLASCHKE 1995). Es sei hier als These zunächst einmal behauptet, daß man in den meisten Anwendungen froh sein kann, wenn das, was in den Aufbau eines GIS und einer Datenbasis hineingesteckt wurde, am Ende wieder herauskommt.

3 Anforderungen von Naturschutz und Landschaftspflege an GIS

3.1 Begriffspaar Naturschutz und Landschaftspflege

In der öffentlichen Diskussion wird häufig das Begriffspaar Natur- und Umweltschutz verwendet, ohne daß immer deutlich wird, daß es sich beim Umweltschutz um überwiegend technische Maßnahmen zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen und der Gesundheit des Menschen handelt, einschließlich ethischer und ästhetischer Ansprüche vor schädigenden Einflüssen von Landnutzung und Technik (vgl. FINKE 1993). *Naturschutz* selbst aber ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der natürlichen Lebensgrundlagen, aller Lebewesen, insbesondere von Pflanzen und Tieren wildlebender Arten und ihrer Lebensgemeinschaften sowie zur Sicherung von Landschaften und Landschaftsteilen in ihrer Vielfalt und Eigenart. Einhergehend umschreibt der Begriff *Landschaftspflege* den praktischen Einsatz von Maßnahmen zur Sicherung der nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter (ANL 1994). Vor allem im angelsächsischen Sprachraum werden beide Begriffe synonym verwendet mit dem Begriff "*nature conservation*". Auch wir sollten uns angewöhnen beide Begriffe als Einheit zu sehen, nicht umsonst heißt z.B. das deutsche Bundesnaturschutzgesetz "Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege" und wir sollten uns ferner angewöhnen, *Naturschutz nicht sektoral, sondern integral als umfassenden Prozeßschutz zu sehen*.

Dazu ist notwendig, neben der Erhaltung und Pflege von Landschaften auch der natürlichen Dynamik, Vielfalt und Entwicklung der Natur den nötigen Raum zu lassen. Naturschutz im umfassenden Sinne darf nicht zur Verplanung, Lenkung oder gar Manipulation der Natur führen. Ein Prozeßschutz mit dem Ziel des Erhalts von Elementen der Naturlandschaft muß versuchen, das Ablaufen natürlicher Prozesse in Ökosystemen langfristig zu ermöglichen bzw. aufrechtzuerhalten (JEDICKE 1995). Dabei nehmen dynamische Prozesse, wie z.B. zyklische Sukzessionsabläufe, eine besondere Stellung ein. Erwähnt seien hierzu als Stichworte Vorgänge der Waldentwicklung oder der Auendynamik bei unregulierten Fließgewässersystemen. Und vielleicht müssen wir lernen, daß die Erhaltung irgendeiner kleinen Teilpopulation oder eines Teillebensraumes zwar wichtige Einzelerfolge sein können, die aber in ihrer Wirksamkeit langfristig verpuffen werden, wenn nicht umfassender Ökoso-

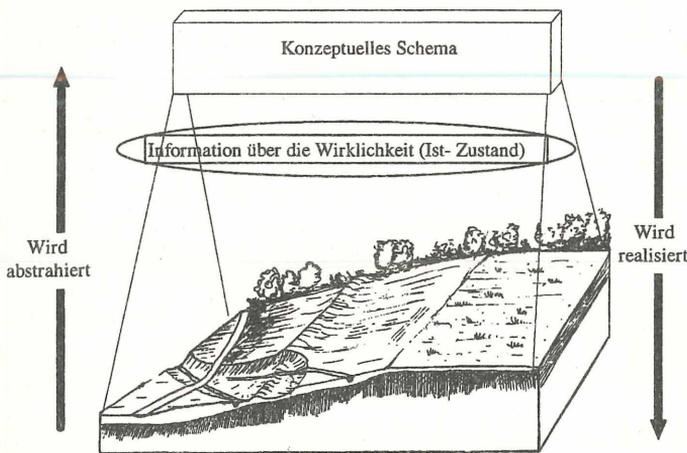


Abbildung 1

Immanenter Abstraktionsprozess der Datengenerierung

stem- und Prozessschutz mit allen biotischen und abiotischen Bestandteilen das Ziel aller Bemühungen ist.

3.2 Warum GIS in Naturschutz und Landschaftspflege?

Zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Landschaft bedarf es konzeptioneller und umsetzungsorientierter Kenntnisse über die Funktion des Naturhaushaltes, über das Landschaftsbild und die Erholungsvorsorge. Der Zustand der Schutzgüter ist Ausgangspunkt für flächendeckende Zielsetzungen des Naturschutzes und der Landschaftspflege im unbesiedelten und besiedelten Bereich (LANA 1995). Naturschutzforschung, Umweltmonitoring und vorausschauende Planung sind notwendig. Eines der wichtigsten Instrumente zur Durchsetzung von Naturschutzzielen auf der gesamten Fläche ist die flächendeckende Landschaftsplanung, sei es auf höherer Stufe wie Landschaftsprogramme und Landschaftsrahmenpläne, oder niedrigerer Stufe wie die örtliche Landschaftsplanung bzw. der Grünordnungsplan. Der Naturschutz besitzt hiermit ein Planungsinstrument, das sowohl eine sektorale Fachplanung ist, Beiträge zu anderen Fachplanungen liefert (querschnittsorientierte Fachplanung) als auch Beiträge zur Gesamtplanung (Raumordnung und Landesplanung sowie Bauleitplanung) zur Verfügung stellt (LANA 1992). Um die Komplexität dieser Planung zu fassen, ist es heutzutage praktisch unumgänglich sich moderner Technologien, wie es ein GIS darstellt, zu bedienen.

Im Rahmen dieser Planungen soll von einer Bestandsaufnahme und Bewertung des gegenwärtigen Zustandes von Natur und Landschaft hin zu einem *angestrebten* Zustand von Natur und Landschaft geführt werden. Neben einer Analyse der Ausgangslage (Ist-Situation) soll die Planung auch eine Prognose der weiteren Entwicklung umfassen. Aufgrund von allgemeinen und besonderen Darstellungen wie z.B. Arten- und Lebensgemeinschaften, Boden-, Wasser- und Klimaverhältnissen sollen all-

gemeine und aus naturschutzfachlicher Sicht wichtige Entwicklungsziele abgeleitet werden. Mit Hilfe eines GIS lassen sich Fragestellungen wie beispielsweise "Was ist noch vorhanden?", "Was war einmal vorhanden?" und "Was wäre möglich?" bearbeiten und vielleicht auch beantworten. Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen, aus flächenhaften oder punktuellen Daten ermittelt, können auch wiederum in die Fläche projiziert werden. Die Möglichkeit der Szenarienerstellung und -bearbeitung, die Möglichkeit und die Notwendigkeit der Modellbildung werden durch GIS offensichtlich und rücken in den Bereich des "technisch machbaren".

Diese Verfahren würden sehr viel dazu beitragen, daß konkurrierende Flächennutzungen im Sinne des Naturschutzes effektiver diskutiert und vorab in ihren Auswirkungen simuliert (visualisiert und in ihrer Intensität abgeschätzt) werden könn(t)en. Wissen um Einzeldaten und Fakten - sei es punktuell oder flächenhaft - ist in der Praxis meist vorhanden. *Was fehlt ist eine Zusammenführung der Daten, ihre Verarbeitung und auch die Generierung neuer Daten aus dem gesammelten Pool, die als Diskussionsgrundlage in den Entscheidungsprozeß eingebracht werden können (Abb. 1).*

Mit Hilfe moderner, in anderen Bereichen mittlerweile üblichen Werkzeugen, wie es ein GIS darstellt, besteht - bei sinnvollem Einsatz - die große Chance, für die Naturschutzarbeit aus der bis jetzt meist verbreiteten Verteidigungshaltung herauszukommen. Es besteht die Möglichkeit zu **agieren**, statt nur zu **reagieren**.

Aus der Funktion der Fachplanungen des Naturschutzes, die Ziele von Naturschutz und Landschaftspflege zu konkretisieren und die Auswirkungen geplanter Maßnahmen auf Natur und Landschaft einschließlich der Konfliktsituationen zu untersuchen und zu bewerten, ergibt sich durch den GIS-Einsatz die Möglichkeit einer Beurteilung der Umweltverträglichkeit naturschutzrelevanter Projekte vorzunehmen und ebenso eine Eingriffsfolgeprüfung durchzuführen.

3.3 Naturschutzforschung: Grundlagen einer Handlungsdisziplin?

Die wohl neueste und fachlich umfassendste Darstellung zur Situation der Naturschutzforschung und -lehre stellt die Publikation des Beirates für Naturschutz und Landschaftspflege beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU 1995) dar. Auf sie wird im folgenden hauptsächlich Bezug genommen.

Der fachlich begründete Naturschutz und eine Naturschutzforschung entwickelten sich in Deutschland allmählich vor allem in den seit Anfang des Jahrhunderts entstehenden, zunächst ehrenamtlich besetzten staatlichen Fachinstitutionen, in verschiedenen wissenschaftlichen Gesellschaften, dann auch relativ zögernd und vereinzelt an den Hochschulen. Diese erst sehr spät, z.B. im Vergleich zu den USA, an die Hochschulen gelangende Naturschutzforschung in Deutschland etablierte sich hier sehr personenabhängig und einzelfallbezogen. Eine kontinuierliche und systematische Etablierung des Naturschutzes in Forschung und Lehre an den deutschen Hochschulen fehlte bisher. Außerdem ist eine inhaltliche Ausfüllung und Abstimmung sowie die Verzahnung mit naturschutzrelevanten Bereichen in Forschung und Lehre noch nicht gelungen (vgl. Kap. 6).

In den letzten Jahrzehnten hat sich der Naturschutz aber zu einem dringlichen Aufgabenfeld entwickelt. Naturschutz ist eine auf gesellschaftlichen Bewertungen basierende *Handlungsdisziplin*, die ihre für die Allgemeinheit in der Gesetzgebung fixierten Aufgaben nur auf wissenschaftlicher Grundlage erfüllen kann. Hierzu ist eine auf Zielkomplexe abgestimmte naturschutzspezifische Forschung zur Problemdefinition, Bewertung und Problemlösung erforderlich. Als Zielkomplexe lassen sich z.B. nennen

- *Schutz und Förderung der Biodiversität*
- *Biozönosenschutz*
- *Schutz der Naturgüter Boden, Wasser, Luft als integrale Teile der Ökosysteme bzw. der Biosphäre*
- *Schutz von ökosystemaren Prozessen unter natürlichen Bedingungen.*

Somit kann Naturschutzforschung als Forschung definiert werden, die auf Handlungsanleitungen ausgerichtet ist. Naturschutzforschung ist zugleich immer angewandte Forschung und anwendungsorientierte Grundlagenforschung. Ihr Inhalt, ihre Methodik und ihr Umfang werden also durch die sich ergebenden Anforderungen sowie die zur Lösung solcher Probleme einzusetzenden und/oder zu entwickelnden Instrumente und Institutionen bestimmt. Daher liefert Naturschutzforschung, als Teil einer umfassenden Umweltforschung, auch wissenschaftliche Beiträge für andere Bereiche des Umweltschutzes als den Naturschutz.

Naturschutzforschung ist aber auch zu einem großen Teil Langzeitforschung. Anzusetzen sind hierzu entsprechende Zeiträume, in der sich die Entwicklung von Populationen und Systemen vollzieht. Naturschutz erfordert die Kooperation zwischen natur-, sozial-, wirtschafts-, geistes-, planungs-, ingenieur-, agrar- und forstwirtschaftlichen Disziplinen. Daher muß Naturschutzforschung - als Forschung für die Ziele des Naturschutzes - interdisziplinär ausgerichtet sein und sie muß überregionale Raumbezüge mit erfassen. Entsprechend der natürlichen Einbindung von Lebensgemeinschaften und Ökosystemen, aber auch der Interaktionen zwischen diesen, wie z.B. das Wanderverhalten vieler Arten, sind vielfach auch die politischen Grenzen überschreitende Forschungskonzeptionen sinnvoll und notwendig.

Monitoring und Effizienzkontrolle

Ein weiterer Bereich der Naturschutzforschung gewinnt immer mehr an Bedeutung: Die Umweltbeobachtung (Monitoring) und die Effizienzkontrolle von Maßnahmen. Nicht umsonst fordert die Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA), als Fachgremium aller obersten Landesbehörden, in ihrem neuesten Beschlußpapier: "Die LANA sieht vor allem einen Schwerpunkt in der ökologischen Langzeitforschung, in der Dauerbeobachtung und in den Methoden der Effizienzkontrolle" Ebenso ist in Novellierungsentwürfen zum Bundesnaturschutzgesetz eine Regelung für ein medienübergreifendes ökologisches Umweltbeobachtungssystem vorgesehen. Zwar existieren schon im Augenblick für bestimmte Bereiche der Umwelt zahlreiche Beobachtungsprogramme, die aber bis jetzt keine ökologische Gesamtschau ermöglichen. In Zukunft müssen auch biologische Beobachtungsfelder genutzt und synoptisch verknüpft werden. Ziel muß sein, ökologisch ungünstige Entwicklungen rechtzeitig zu erkennen, daraus Prioritäten für praktisches Handeln aufzuzeigen, um damit Gefahren für Mensch und Umwelt wirkungsvoller begegnen zu können. Gestärkt werden muß der sogenannte Vorsorgeaspekt. Der Naturschutz hat auch hier die einmalige Chance mit einem gezielten Einsatz von Wissen, know how und moderner Instrumentarien, wie sie Geographische Informationssysteme sind, eine wichtige Position zu erreichen. Im Zeichen knapper Haushalte ist es weiterhin unumgänglich immer wieder die Effizienz und die Effektivität von Maßnahmen, seien sie von öffentlicher oder privater Hand durchgeführt, zu überprüfen und auch nachzuweisen. Auch in diesem Bereich besteht Forschungsbedarf, sowohl bei kurzfristigen als auch bei langfristigen Vorhaben und Zeitreihen. Dazu ist zweifelsohne interdisziplinäres Handeln und Arbeiten gefordert. Das weite Feld der Naturschutzforschung bietet die Möglichkeit, so manche festgefahrene Verteidigungs- und Beharrungsposition aufzubrechen und statt dessen kommunikativ und interaktiv zum Wohle der Natur zusammenzuarbeiten.

4 GIS als Integrationswerkzeug von Methoden und Daten

Die Untersuchung von räumlichen Datenbeständen nimmt in den meisten naturwissenschaftlichen Fragestellungen, aber auch anderen Bereichen, eine zentrale Rolle ein. Nur fand bisher diese Untersuchung von **räumlichen Phänomenen** meist mit **a-räumlichen Methoden** statt! Bei Geographischen Informationssystemen steht dagegen - im Gegensatz etwa zu Datenbank-gestützten Anwendungen mit allenfalls koordinativer Verortung von Objekten - das Bestreben nach analytischer Auswertung häufig im Mittelpunkt und bildet einen konstituierenden Bestandteil und ein wesentliches Spezifikum von GIS (STROBL 1992). Transformationen zwischen räumlichen Bezugssystemen (Projektionen) aber auch zwischen Datenformaten und -domänen (Raster, Vektor, Quadtree ...) weisen innerhalb des Untersuchungsprozesses einen aufbereitenden Charakter auf. Ableitungen von Informationen über Grenzen von Datenmodellen hinweg und die vielfältigen Möglichkeiten der Modifikation räumlicher Objekte in der geometrischen und/oder Attributdimension ermöglichen in früher nicht gekanntem Ausmaß integrative Auswertungen in Form deskriptiver und explorativer Analyse.

Doch diese Möglichkeiten werden derzeit in den wenigsten Anwendungen auch genutzt! Bei vielen Einsätzen von GIS wird es als großes Sammelinstrumentarium und Ausgabemedium zum Erstellen hochwertiger kartographischer Produkte genutzt. Wenn aber keine Analyse und Datenmanipulation im Sinne der Ableitung von Sekundärinformation stattfindet, wenn also nur Erfassung, Evidenzhaltung, Organisation und Abfrage von Daten im Vordergrund stehen, unterscheidet sich ein GIS eigentlich nicht mehr viel von Auskunftssystemen, oder wie STROBL (1992, S. 48) es treffend ausdrückt:

"Man ist froh, aus einem Informationssystem bestenfalls das wieder herauszubekommen, was im Laufe der Zeit 'hineingesteckt' wurde".

Diese integrierende Rolle als Werkzeug und Methode ermöglicht eine interdisziplinäre Vorgangsweise, wie sie heute in komplexen Fragestellungen und adäquaten Bearbeitungen notwendig ist. Für viele Sachbearbeiter ergibt sich gerade durch den Einsatz von GIS ein Zwang, sich auch mit Methoden anderer Fachrichtungen auseinanderzusetzen. Dadurch tritt zuweilen die begrenzte Erfahrung mit fachfremden Methoden zu Tage. Konkret entsteht in einem interdisziplinären Projekt z.B. folgende Situation (vgl. Abb. 2):

GIS kann diese inhärente Rolle der Integration von Methoden verschiedener Fachdisziplinen nur einnehmen, wenn auch die Bereitschaft vorhanden ist, auf andere Menschen und Fachrichtungen zuzugehen. Die Probleme bei der Umsetzung sind daher wesentlich stärker sozialer als technischer Natur. Zum ersten Mal sind jedoch über den Schlüssel des räumlichen Bezugs der Daten die Möglichkeiten bzw. die Grundlagen einer interdisziplinären Zusammenarbeit gegeben.

5 Einsatzspektren von GIS in Naturschutz und Landschaftspflege

Aus unterschiedlichen Gründen hat sich der Einsatz von GIS im Naturschutz anders gestaltet als in Ökologie, Biologie und vielen anderen naturwissenschaftlichen Forschungsdisziplinen. Es sind einige Hauptrichtungen anzusprechen, wenn auch die Abgrenzung nicht immer eindeutig ist:

A) *Flächendeckender Einsatz: Umweltinformationssysteme und sektorale Datenbestände*

Meist sind Umweltinformationssysteme (UIS) in LandesInformationssysteme (LIS) integriert. In diesem Fall werden im Rahmen der allgemeinen Datenaufnahme - in Deutschland und Österreich meist auf Ebene der Bundesländer - Naturschutzdaten dieser administrativen Einheiten (mit) aufgenommen. Seit vielen Jahren werden in den verschiedenen Bundesländern unterschiedlichste sektorale Kartierungen durchgeführt, die oft zusammenfas-



Abbildung 2

GIS ist nicht nur ein willkommenes Integrationswerkzeug, sondern kann auch in einer interdisziplinären Zusammenarbeit die Grenzen der Kommunikationsinhalte von Fachsprachen aufzeigen, aber auch das Verständnis von deren Methoden fördern.

Szene: UVP eines geplanten Eingriffs in ein freifließendes Gewässer
Mitwirkende: Raumplanerin, Biologe, Ing. für Wasserbau.
Problem: Keiner versteht den anderen
GIS als Problemlösung? Mitnichten!

send und vereinfachend als **Biotopkartierungen** bezeichnet werden. Das Problem liegt auf der Hand: Unterschiedliche Vorgangsweisen, Erfassungsmethoden, digitale Handhabung, unterschiedliche Zuständigkeiten und Anpassungen an Verwaltungsstrukturen etc. Hierzu sei auf den Beitrag von BLASCHKE et al. in diesem Band verwiesen.

B) Umweltbeobachtung und Management von Schutzgebieten

Umweltbeobachtung (Monitoring) und in weiterer Folge Managementfunktionen beschränken sich meist auf klar abgegrenzte Gebiete, die als besonders wertvoll oder sensibel gelten und daher mit einem Rechtsstatus belegt werden. In Deutschland gibt es beispielsweise nach dem Bundesnaturschutzgesetz sechs verschiedene Kategorien, wobei Naturparke vorwiegend der Erholung dienen. Bekanntlich ist außer den Nationalparks und einigen Naturschutzgebieten der Großteil der existierenden Schutzgebiete auf eine sehr kleine Fläche beschränkt. Gerade hierzu setzt eine aktuelle Naturschutzdiskussion ein: Dieses Flickwerk an z.T. winzigen Schutzgebieten wird in zunehmenden Maße kritisiert. Es werden schon geraume Zeit großräumige Konzepte gefordert, die eine flächendeckende Extensivierung beinhalten. Bezug genommen wird dabei implizit oder explizit auf die Theorie der differenzierten Bodennutzung (ODUM 1969, HABER 1979). Diese liegt allerdings schon eine geraume Zeit vor und ist bisher kaum umgesetzt worden (PLACHTER 1991). Plachter schlägt statt dessen vor, in Anlehnung an die von ERZ (1980) dargestellten Stufen der Einflußnahme des Naturschutzes ein gestuftes Zielsystem für 100% der Fläche zu entwickeln. ZIELONKOWSKI (1988) leitet aus diesen Erkenntnissen ein Konzept differenzierter Schutz- und Nutzfunktionen ab und versucht, diese Ansprüche auch zu quantifizieren

Bei der Verwirklichung solcher Konzeptionen sind Geographische Informationssysteme nicht nur geeignete Werkzeuge (vgl. Kap. 3). Eine Betrachtungsweise, die der Komplexität von Ökosystemen gerecht werden kann, wird vielmehr in Zukunft kaum ohne GIS möglich sein! Dann wird die hier getroffene - derzeit zumeist der Realität entsprechende - Einteilung in die Punkte A) und B) keinesfalls mehr sinnvoll sondern hochgradig hinderlich sein!

C) Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Die Aufgabe der gutachterlichen Tätigkeit wird hier als eigener Punkt behandelt. Zwar könnte er formal unter Punkt A) eingegliedert werden, doch ist die heutige Praxis (noch) fast ausschließlich eine relativ isolierte Stellung von Einzelprojekten, die bisher selten mit flächenhaften Daten in Verbindung gebracht wird. Dies scheiterte in der Vergangenheit

meist an der Datenverfügbarkeit: Während die flächenhaft zur Verfügung stehenden Daten auf Betrachtungen administrativer Einheiten ausgerichtet sind, sind bei fast allen UVP's räumlich hochauflösendere Daten notwendig.

Nehmen wir als Beispiel eines Bundeslandes Bayern: Die Genauigkeit der bisher digital zur Verfügung stehenden Daten ist bei lokaler, oft parzellenscharfer Betrachtung in einer UVP nicht ausreichend. So stand bisher beispielsweise ein 50m DGM mit einer Höhengenaugigkeit von 2-3 m zur Verfügung. Derzeit im Aufbau befindet sich jedoch ein verbessertes DGM mit einem mittleren Punktabstand von 10-20 m und einer Höhengenaugigkeit von etwa 0,5 m. Auch andere Datenbestände stehen zunächst in Überblicksmaßstäben und allmählich auch in regional bis kleinräumig interessanten Maßstabsbereichen zur Verfügung. Einer UVP ohne viel eigene Datenerhebung stünde demnach ja nichts mehr im Wege. Oder doch? Obwohl hier nicht die UVP Gegenstand der Betrachtung ist, seien folgende Kritikpunkte hervorgehoben, die auch für einen operationellen GIS-Einsatz von Bedeutung sind*

- Die UVP ist kein eigenständiges, d.h. unabhängiges Verfahren, sondern wird in bestehende Zulassungs- und Genehmigungsverfahren eingebunden
- Das Gesetz gilt nur für bestimmte Projekte. Übergeordnete Planungen und Programme werden nicht berücksichtigt.
- Das Ergebnis einer UVP hat keine bindende Wirkung
- Es gibt kaum Anforderungen und Standards in der Bewertung von Folgen für die Umwelt
- Alternativprüfungen sind nicht zwingend vorgeschrieben

Die Liste ließe sich noch fortsetzen. Bei einer derartigen kritischen Betrachtung stellt sich jedoch die Frage, ob ein GIS-Einsatz bei der UVP überhaupt sinnvoll ist, oder ob er vor allem zur weiteren Untermauerung von pseudoobjektiven Vorgangsweisen verwendet wird.

D) Ökosystem- und Naturschutzforschung

Während die Zielformulierungen beispielsweise des deutschen Naturschutzgesetzes allgemeine und hochkomplexe Zustände (*Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, Erhalt der Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft*) vorschreiben (vgl. ERZ 1994), erstreckt sich die tägliche Naturschutzarbeit häufig darauf, punktuell, flächig oder linear Nutzungsansprüche der Gesellschaft an die Natur in ihrer negativen Auswirkung abzuschätzen, evtl. zu verhindern oder zu mindern. Die Situation ist also meist durch ein Reagieren auf absehbare

Deutsches UVP-Gesetz, gültig ab 1.8.1990, zugrunde liegt die EG-Richtlinie 85/337/EWG vom 27.6.85. Mehrere der folgenden Punkte sind daher auch in anderen Staaten ähnlich geregelt.

Beeinträchtigungen gekennzeichnet. Diesen Zustand zu ändern, erfordert ein Umdenken auf politischer Ebene. An dieser Stelle sollen jedoch methodische Möglichkeiten dafür aufgezeigt werden. In der Ökosystemforschung gibt es seit mehreren Jahren zukunftsweisende und vielversprechende hochkomplexe Forschungsansätze, die sich eines GIS-Ansatzes an zentraler Position bedienen (Stichworte Ökosystemforschung Bornhöveder Seenplatte, Waldökosysteme, Nationalparkforschung). Warum wurden diese sowie in anderen Ländern entwickelten Konzepte bisher kaum in den angewandten Naturschutz im deutschsprachigen Raum übernommen?

Die Frage, die sich aus dem oben erwähnten - oft relativ aufwendigen - GIS-Einsatz in der Ökosystemforschung ergibt, lautet: Wird aus den Erkenntnissen eines räumlich relativ eng begrenzten Landschaftsausschnittes, der meist einen bestimmten übergeordneten Ökosystemtyp repräsentiert, das Verständnis einer Landschaft als System erleichtert? Kann aus den funktionalen und stofflichen Wechselbeziehungen innerhalb von Ökotopten und/oder Ökosystemtypen auf die funktionalen Wirkungsbeziehungen innerhalb eines Naturlandschaftsraumes geschlossen werden? Diese Fragekreise führen in ein Tätigkeitsfeld, in dem sich Naturschutz, Landschaftspflege und eine mittel- bis kleinmaßstäbig ausgerichtete Landschaftsökologie überlappen (Abb. 3).

A) - D) (übergreifend): GIS als Analyseinstrument

Wie bereits festgestellt, ist die analytische Auswertung von Daten im Sinne des Generierens von *neuen* Daten im Sinne von nicht primär erfaßten oder erfassbaren Sachverhalten ein zentrales Kriterium von GIS. In allen bisher dargestellten Bereichen sind analytische Auswertungen enthalten, wenn auch zu unterschiedlichen Anteilen. Doch wie können nun die unter den Punkten A) bis D) gewonnenen Daten integriert und verarbeitet werden? Es handelt sich meist um unterschiedliche Erfassungsmethoden, -genauigkeiten, -maßstäbe, -datendomänen usw. Wie können nun methodisch - über den Einzelfall hinaus - z.B. Daten des Vorkommens einer Tierart mit räumlicher Information eines Landesinformationssystems verknüpft werden. Betrachten wir das Beispiel Amphibien:

GIS als Analyse- und Planungsinstrument: Amphibienlebensraum und Straßenplanung

Bei Verkehrswegeplanungen muß neben dem reinen Flächenbedarf und der Versiegelungsproblematik für die meisten Amphibienarten (allerdings auch bei vielen anderen Taxa) der Zerschneidungseffekt eines Gesamtlebensraumes berücksichtigt werden. Diese Fragmentierung des Lebensraumes zeigt hier

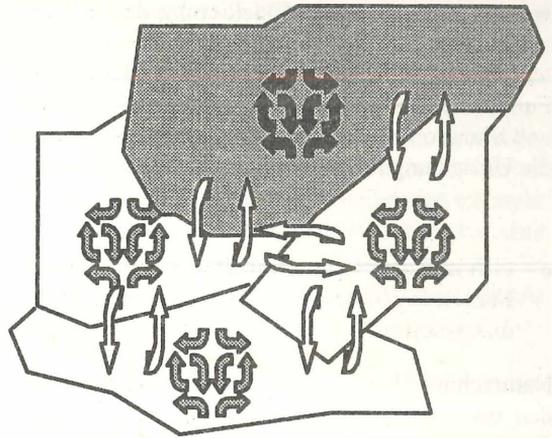


Abbildung 3

Schematischer Landschaftsraum einer Naturlandschaft mit symbolischen Wechselbeziehungen zwischen den Ökotopten. Wie lassen sich die Erkenntnisse der Ökosystemforschung auf einen Landschaftsausschnitt übertragen? Die Darstellung ist dimensionslos. Die gleiche Problematik trifft auch auf einer übergeordneten Maßstabs- und Betrachtungsebene zu. Ob es sich bei den einzelnen Einheiten um 'patches' im Sinne der quantitativen Landschaftsökologie ('landscape metrics') oder um ganze Ökosysteme handelt, ist zunächst aus der methodisch-konzeptuellen Sicht der Übertragbarkeit von Information und der Implementation von Regeln sehr ähnlich, wenn auch mit sehr unterschiedlichen Instrumentarien gearbeitet wird.

neben den allgemeinen negativen Effekten der Verkleinerung und Zersplitterung enorme Auswirkungen, indem die Wanderwege zwischen Laich-, Sommer- und Winterlebensräumen durch Barrieren getrennt werden und ganze Populationen vom Aussterben bedroht sind. Die GIS-Bearbeitung erfolgt im Zuge von UVP's, Eingriffs-Ausgleichsregelungen usw. jedoch häufig sehr pragmatisch*. Hier sei in aller Kürze auf einige Probleme hingewiesen, die den meisten Bearbeitungen zu Grunde liegen und die oft nicht bewußt sind (vgl. BLASCHKE 1996).

Am Beispiel der bayerischen Salzachauen konnte gezeigt werden, daß in einem leistungsfähigen GIS vielfältige Werkzeuge deskriptiver und analytischer Untersuchungsmethoden zur Verfügung stehen. Bereits bei der Ableitung von relevanten Geländeformen - für potentielle Amphibienlaichplätze z.B. Hohlformen - bestehen jedoch Schwierigkeiten in der Weise, daß zwar vor allem in der Rasterdatendomäne die Algorithmen zur Verfügung stehen, jedoch die inhaltliche Abgrenzung ("Was ist eine Hohlform") nicht eindeutig, d.h. intersubjektiv nachvollziehbar und allgemein übertragbar gelöst

* Hier sind keine konkreten Studien genannt. Mit einer persönlichen Kritik wäre dem Naturschutz nicht gedient, im Gegenteil: Es ist ein "Schulterschuß" aller Beteiligten zur Erarbeitung von Konzepten und Methoden der Umsetzung von fachspezifischen Vorgangsweisen in GIS zwingend notwendig, um die Entwicklung voranzutreiben.

werden kann. Bei der Modellierung der aktuellen und potentiellen Verbreitung verschiedener Tierarten erweist sich jedoch nicht die derzeitige GIS-Funktionalität hinsichtlich rasterbasierter Form- und Situationsdeskriptoren als limitierend, sondern die Umsetzung fachwissenschaftlicher Konzepte.

6 GIS in Naturschutz und Landschaftspflege: Forschungs-, Koordinierungs- und Ausbildungsbedarf

Naturschutz überschreitet besonders dort den Boden der Naturwissenschaften, wo Bewertung ins Spiel kommt, indem gesellschaftliche Normen, Zielvorstellungen und Werthaltungen einbezogen werden (Cerwenka 1984, Soulé 1986, Usher 1986, Plachter 1991). In Naturschutz und Landschaftspflege müssen häufig auch wertfrei ermittelte ökologische Ergebnisse in Wertebezüge gestellt werden. Dadurch entstehen eigene Aufgabenfelder und wissenschaftstheoretische Ansätze. Im folgenden wird nicht auf die generellen Aufgaben und Probleme des Naturschutzes eingegangen, hierzu sei auf die in den letzten Jahren stark anwachsende Literatur verwiesen. Es wird jedoch gezeigt - soweit dies hier in der gebotenen Kürze möglich ist - daß ein enormer Forschungs-, Koordinierungs- und Ausbildungsbedarf besteht.

Mangelnde theoretische Fundierung und Modellbildung

Bei einer ökosystemaren Betrachtungsweise und der Erforschung, Quantifizierung und Modellierung von Umweltparametern (nicht nur) für Aufgaben von Naturschutz und Landschaftspflege ist eine grundlegende Modellbildung notwendig. Dies muß nicht unbedingt sehr komplex und aufwendig sein. Es ist jedoch erforderlich, sich die generellen Prinzipien eines Modells stets vor Augen zu halten. Wenn wir Modellbildung betreiben, müssen wir das jeweilige System und dessen räumlichen und zeitlichen Betrachtungsrahmen definieren. Der Begriff *Modell* wird in verschiedenen Wissenschaften unterschiedlich verwendet und mit unterschiedlichen Bedeutungen verbunden. Darunter wird häufig entweder eine Theorie oder Arbeitshypothese oder ein gedachtes, nie voll verwirklichtes Idealbild oder die anschaulich-konkrete Abbildung eines an sich unanschaulichen Sachverhaltes oder dessen mathematische Formulierung verstanden. Aus den meisten dieser verschiedenen Bedeutungen lassen sich drei gemeinsame Grundzüge als charakteristische Merkmale von Modellen herausstellen (nach WIRTH, 1979):

- Ein Modell ist eine Abbildung.
- Modelle beinhalten Vereinfachungen, Verkürzungen. Sie erfassen daher nicht alle Eigenschaften des durch sie repräsentierten Originalsystems.
- Ein Modell setzt stets eine subjektive Pragmatik voraus. Dies bedeutet, daß ein Modell stets zu

einem bestimmten Zeitpunkt für einen bestimmten Zweck gilt.

In Modellen sind stets explizit oder implizit Hypothesen über Wirkungszusammenhänge enthalten. Da grundsätzlich jedem GIS-Einsatz wie überhaupt jeder Abstraktion eines Sachverhaltes eine Modellbildung vorausgehen muß (und sei es unbewußt), ist vor allem bei Aussagen über dynamische Zusammenhänge ein "hierarchisches Hypothesenmodell" notwendig (vgl. SPANDAU 1988, BLASCHKE 1993).

Traditionelle Defizite im instrumentellen Bereich

Trotz aller Schwächen und Unzulänglichkeiten des rechtlichen Schutzes der Natur werden die bestehenden rechtlichen Möglichkeiten nicht voll ausgeschöpft. LANGER et al. (1993) zeigen dies am Beispiel des §15 BNatSchG auf. Zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes kann ein Landschaftsschutzgebiet festgelegt werden. Die darauf bezogenen Nutzungseinschränkungen und Verbote bleiben jedoch oft hinter den Möglichkeiten zurück, so daß das Ausweisungsziel meist nicht erreicht wird. Ähnliche Aussagen werden auch über die Instrumente der Landschaftsplanung getroffen. Obwohl dies zwar in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich geregelt ist, bleibt sie doch häufig auf Arten und Biotopschutz beschränkt (RIEDL 1995). Anders ist die Situation jedoch in der Landschaftspflege. Hier sind in den letzten Jahren deutliche Fortschritte erzielt worden. Vor allem im konzeptuellen und instrumentellen Bereich liegen inzwischen sehr konkrete Handlungsanleitungen für die Praxis vor (z.B. JEDICKE et al. 1993).

Probleme der räumlichen Handhabung "neuer" Konzepte

Viele neuere Konzepte sind theoretisch fundamentiert, basieren aber weitgehend auf a-räumlichen Vorstellungen. Dies betrifft z.B. Ansätze die den breiten Bereich von *Biodiversity* und *Sustainability* berühren. Es existiert zwar eine fast unüberschaubare Fülle an Literatur, aber erstaunlich wenig allgemein anerkannte und übertragbare Verfahren der räumlichen Umsetzung. Dies fängt schon bei einfachen Dingen an. Während in der quantitativ arbeitenden Landschaftsökologie (*'landscape metrics'*) eine Vielzahl von Indizes und Werten besteht, die Komplexität, Fragmentierung/Homogenität, Anordnung von Einzelobjekten in der Landschaft usw. beschreiben, ist die räumliche Umsetzung von Konzepten beispielsweise der Biotopverbundplanung derzeit nicht gegeben.

Bewertung unterscheidet Naturschutz von den meisten Naturwissenschaften

In der Ökologie werden - wie in anderen Naturwissenschaften - Daten grundsätzlich nicht in Wertesysteme eingeordnet. Der wissenschaftlichen Ökologie muß es im Sinne einer wertfreien Wissenschaft gleichgültig sein, ob Ökosysteme, Teile davon oder Tierarten bleiben oder verschwinden. Es genügt,

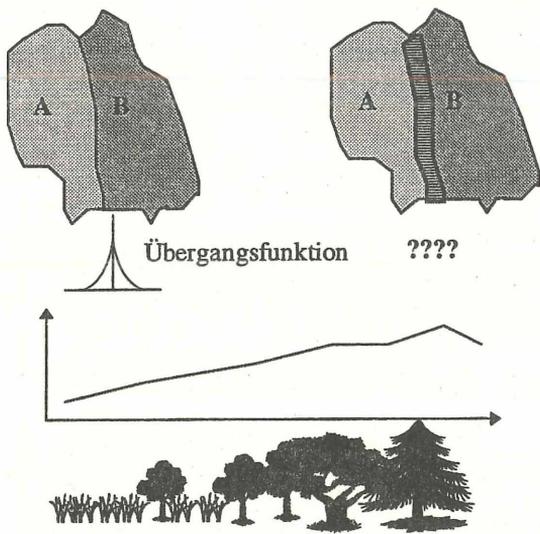


Abbildung 4

Am Beispiel des Konzepts der Ökotope sei verdeutlicht, daß derzeit kaum geklärt ist, wie Ökotope abzugrenzen sind. Die meisten Ansätze dazu sind a-räumlich. Da die Bedeutung von Ökotonen für viele ökologische Sachverhalte groß ist, bedarf es dringend eines Konzepts der konkreten räumlichen Handhabung in Raster- oder Vektordatenformaten.

solche Wandlungen zu erkennen, zu beschreiben und in Erkenntnisssysteme einzuordnen (ERZ 1986). PLACHTER (1991) vergleicht den Naturschutz mit einer Medizin, deren Ziel es ist, Wissen handlungsorientiert nutzbar zu machen.

Was bedeutet dies für den GIS-Einsatz?

Im Naturschutz werden komplexe mehrdimensionale Bewertungsverfahren benötigt, die die Zusammenstellung von Kurz kennzeichnung von Funktionen und der darauf aufbauenden Schutzstrategien für besondere Artengruppen oder artenbezogene Nahrungsstufen für einzelne Ökosystemtypen beinhalten (HEYDEMANN 1985). Dieser Strategie steht andererseits die Forderung nach Überschaubarkeit und Einfachheit eines Bewertungsverfahrens gegenüber. Dies erscheint nur durch die Kombination von indikatorischen mit quantitativen Verfahren möglich. Auch dort, wo eigentlich die Analyse im Vordergrund stehen sollte, etwa bei UVP's, Variantenbewertungen, Maßnahmenplanungen etc., wird oft zu wenig über theoriegeleitete Kombinationen vorhandener oder zu erhebender Daten neue Information geschaffen. Auch muß die in den letzten beiden Jahrzehnten erfolgte Mathematisierung von Bewertungsverfahren revidiert werden (BLASCHKE im Druck). Immer häufiger wird gefordert, mit einfachen, d.h. mit vertretbaren Mitteln durchzuführenden Verfahrensansätzen zu arbeiten, etwa im Sinne einer 'Schnellansprache' (HOVESTADT et al. 1991). Angesichts der rasanten Umweltveränderungen bleibt oft nicht die Zeit, um jahrelange aufwendige Forschungen zu betreiben,

bei deren Abschluß oft die Veränderungen bereits eingeleitet oder besiegelt sind. Andererseits wurde eine Fülle von Indizes und Formeln offensichtlich in der Erwartung geschaffen, daß durch Quantifizierungen zwangsläufig Objektivität erreicht werde. Ergebnisse quantitativer Analysen sollen daher durchaus in eine Bewertung einfließen, jedoch nicht als metrische Werte, sondern müssen, nachdem ihre Relevanz bewiesen ist, in das gleiche Datenniveau überführt werden wie die (unbedingt notwendigen) subjektiven (und als solche zu deklarierenden) Bewertungen.

Scharfe und unscharfe Informationen

Komplexe Betrachtungen bestehender Tendenzen, also unscharfe und/oder indirekte Analysen trotz limitierender Rahmenbedingungen (zeitlich, finanziell, personell), können mit quantitativ-deskriptiven, aber auch mit quantitativ-analytisch generierten Daten kombiniert werden. Es zeigt sich, daß beide Vorgangsweisen sich nicht ausschließen sondern vielmehr ergänzen. Während die analytischen Fähigkeiten in der Ökosystemforschung schon stark genutzt werden, ist der Einsatz zur Bewertung derzeit problembehaftet. Die Rolle von GIS kann jedoch soweit 'zurückgedrängt' werden, daß Ergebnisse bewährter Arbeitsmethoden von Fachdisziplinen als input dienen, diese mit Hilfe statistisch-analytischer und geostatistischer Verfahren verknüpft werden, um daraus neue Information abzuleiten, Hypothesen zu überprüfen und Ergebnisse zu visualisieren.

Mangelnde GIS-Ausbildung

Der GIS-Markt ist eine der am schnellsten wachsenden Branchen mit jährlichen Wachstumsraten von 15 - 25%. Die Nachfrage nach GIS-Ausbildung im deutschsprachigen Raum ist groß und noch weiter steigend. Diese Nachfrage geht jedoch bei weitem nicht nur von den Kernbereichen Geographischer Informationsverarbeitung (Geographie, Vermessungswesen, Photogrammetrie, Kartographie, versch. Umwelt-, Ressourcen- und Planungswissenschaften) aus, sondern vor allem von GIS-'Betreibern' von Anwendungsdisziplinen. Es besteht ein Bedarf an einer breitgestreuten fundierten Ausbildung in den Kenntnissen und Fähigkeiten Geographischer Informationsverarbeitung. Vor allem softwareunabhängige Ausbildungsangebote an Universitäten und Bildungseinrichtungen fehlen weitgehend.

Mehrfachqualifikation notwendig

Ein wesentliches Problem der qualifizierten GIS-Arbeit ist, daß es sich nicht um ein Werkzeug ähnlich wie ein Textverarbeitungsprogramm oder ein Tabellenkalkulationsprogramm handelt, das in wenigen Tagen in den Grundzügen erlernbar ist. Derzeit stellt die Arbeit mit Geographischen Informationssystemen große Ansprüche an den Benutzer. Dies betrifft weniger die Fertigkeiten in der Bedienung der Software- auch diese können monatelange Einarbeitung erfordern - als vor allem ein Verständ-

Tabelle 1

Notwendige Forschungsschwerpunkte von GIS in Naturschutz und Landschaftspflege und Beispiele zum derzeitigen GIS-Einsatz

<i>Übergeordnete Forschungsschwerpunkte</i>	<i>Teilziele</i>	<i>GIS-Einsatz</i>
Ergänzung der 'traditionellen' Biogeographie	Über die Primärerkundung von Artarealen und ihrer Verbreitung in Raum und Zeit hinausgehende Verfahren der räumlichen und zeitlichen Inter- und Extrapolation von Daten	Beispiel potential range (DAVIS et al. 1990). Home range-Modelle Telemetrie
Erforschung der Mindestansprüche von Populationen an die Flächengröße und -qualität	Erforschung der Raumnutzung von Tieren	minimum viable population (MVP): Bisher werden die Mindestgrößen weitgehend a-räumlich ermittelt.
	Erforschung der bestandslimitierenden Faktoren	kaum räumliche Betrachtung
Populationsökologie und Populationsgenetik ausgewählter Tier- und Pflanzenarten	Erforschung von Barrierewirkungen	Einzelne beispielhafte Arbeiten, vor allem aus Nordamerika zur Fragmentierung, Zerschneidung und Eingriffe in Wanderungsmöglichkeiten
	Auswirkung der Fragmentierung von Lebensräumen	
	Wanderungs- und Ausbreitungsverhalten	Einzelne Anwendungen auf Rasterbasis und auf Basis cellularer Automata
Ermittlung und Bewahrung der Biodiversität	Identifizierung von 'hot spots'	In globalen bis kontinentalen Maßstäben seit mehreren Jahren erfolgreiche Beispiele des GIS-Einsatzes
	Raumorientierte Konzepte der Erhaltung der Biodiversität.	Beispiel Gap-Analysis
Ökosystemare Wechselwirkungen	Aufklärung funktionaler Bezüge	MAB-Programme, Ökosystemforschungszentren: relativ früher GIS-Einsatz
	Identifizierung und Quantifizierung stofflicher Wechselwirkungen	Innerhalb homogener Einheiten unspezifisch, d.h. über quantitative und geostatistische Verfahren unterstützend
Menschliche Aktivitäten: Gegenstand sozialen Verhaltens. Auswirkungen im Sinne von Störungen von Ökosystemen bis hin zu man-made hazards	Ermittlung der Intensität und Raummuster	Raummuster von Einzelfaktoren
	Veränderungen von Ökosystemen durch Stoffeinträge	Zeitreihenanalysen
	Ermittlung des Zusammenhangs von Flächennutzung und Arten- und Biotopschutz	Selten integrative Betrachtung
Naturschutzfachliche Bewertung	Integration qualitativer und quantitativer Methoden	Methodisch weitgehend ungelöste Probleme der Quantifizierung sowie der Inwertsetzung der Ergebnisse
	Erarbeiten von indikatorischen Methoden (Zeigerartenkollektive, Managementgilden ...)	kaum über Einzelprojekte hinausreichende Methoden (vgl. BLASCHKE im Druck)
	Räumliche Festlegungen und Variantenbewertungen bei Eingriffs/Ausgleichsregelungen	Einer der konkretesten GIS-Einsatzbereiche. Trotz (oder gerade wegen) eines durchaus fragwürdigen Quantifizierungszwanges vordergründig leicht operationalisierbar
Monitoring und Effizienzkontrolle	Simulation zukünftiger Auswirkungen	kaum Anwendungen

nis der zugrundeliegenden Konzepte und Methoden.

Notwendigkeit von Forschungseinrichtungen und -initiativen

Es fehlen derzeit Forschungseinrichtungen und Forschungsinitiativen, die systematisch, d.h. über Einzelprojekte hinaus, den Einsatz von GIS in Naturschutz und Landschaftspflege untersuchen. Die Arbeiten an den Ökosystemforschungszentren sind in diesem Zusammenhang überaus wichtig. Sie beschäftigen sich schwerpunktmäßig mit Problemen der Stoffkreisläufe sowie der allgemeinen Modellbildung für Ökosysteme. In den meisten Projekten ist eine Ökosystemforschung kein explizites Ziel (HENLE und KAULE 1991a). Für die Umsetzung deren Erkenntnisse in eine populationsorientierte ('arten- und biotopschutzorientierte') Naturschutzforschung ist derzeit eine über stoffliche und funktionale Betrachtungsweisen hinausgehende raumspezifische Handhabung nicht in Sicht (FOECKLER 1991, HENLE und KAULE 1991a) (Tab. 1).

Notwendig ist einerseits die Forschung ausgehend von den Basisdisziplinen, die auch als Forschung in traditionellen Bereichen bezeichnet werden könnte und andererseits spezifische Forschung an der Schnittstelle der Umsetzung bewährter Methoden von Fachdisziplinen mit dem Instrumentarium der Geographischen Informationsverarbeitung. Einige Forschungsschwerpunkte und konkrete Implementationen sind in Tabelle 1 aufgelistet (nach SOULÉ 1987, COOPERRIDER et al. 1986, OPDAM 1989, BRÖRING und WIEGLEB 1990, SCHERZINGER 1990, HOVESTADT et al. 1991, FOECKLER 1991, MÜHLENBERG und HOVESTADT 1991, McLAUGHLIN et al. 1992).

7 Aussichten und Trends

Wie im einleitenden Kapitel angesprochen, ist die heutige Situation des Naturschutzes fast immer durch ein Reagieren auf geplante, eingeleitete oder bereits vollzogene Veränderungen der Umwelt gekennzeichnet. Es wurde auch bereits kurz angedeutet, daß sich die Sicherung von gefährdeten Lebensräumen langfristig nicht nur auf einzelne, isolierte und meist aufgrund konkurrierender Nutzungsinteressen zu kleine Lebensräume beschränken kann. In diesem Beitrag kann nicht auf die rechtlichen Voraussetzungen und gesellschaftlichen Probleme eines flächendeckenden Naturschutzes eingegangen werden. Es wird jedoch gezeigt, daß heute die erforderlichen informationstechnischen Grundlagen und Methoden eines flächendeckenden Naturschutzes gegeben sind.

Der GIS-Einsatz muß zukunftsweisende Aufgabenfelder ansprechen, vor allem an der Schnittstelle zwischen Felddaten und Erhebungstechniken und Datenverwaltung und -manipulation (vgl. McLAUGHLIN et al. 1992). Die entscheidende Frage ist dabei, wie von lokalen Ereignissen und Messungen auf Aussagen geschlossen werden kann, die sich auf

landschaftsökologisch und planerisch relevante Maßstäbe beziehen. Hier ist auch das Zusammenwachsen von Fernerkundung und GIS anzusprechen. Während für biogeographische Fragestellungen diese Entwicklung weit fortgeschritten ist, fehlen für klein- bis mittelmaßstäbige Betrachtungen Umsetzungskonzepte. Auf daten- und verarbeitungstechnischer Seite gibt es ein solches *GIS-Remote-Sensing Concept* (LAUER et al. 1991, EHLERS et al. 1991). Auch der früher mehr oder weniger lose Zusammenhang zwischen GIS und Simulation/Modellierung (*loose coupling*) ist inzwischen konzeptionell stark verbessert (vgl. NYERGES 1992).

Trotz der relativ harten Kritik an der herrschenden Situation des GIS-Einsatzes - speziell im deutschsprachigen Raum - ist die Situation keineswegs hoffnungslos. Die meisten Fachleute sind aufgrund ihres hohen Bedarfs an räumlichen Eingabedaten meist "*spatially aware*", d.h., sie sind sich häufig explizit der räumlichen Komponente ihrer Daten bewußt. Die - durchaus differenzierte und an räumliche Besonderheiten angepaßte - Adaptierung von erfolgreichen GIS-Einsätzen in anderen Bereichen der Erde (Nordamerika, Australien, Großbritannien ...) ist jedoch Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Zukunft der GIS-Anwendung auch in Mitteleuropa. Auch ohne GIS-Bezug zeigen HENLE und KAULE (1991b) eindrucksvoll, daß der Naturschutz und die Naturschutzforschung aus den Erfahrungen anderer Länder lernen sollte.

Literatur

BARON, J., GALVIN, K. (1990):

Future directions of ecosystem science - towards an understanding of the global biological environment. *Bio-Science* 40, 640-642.

BAYER. AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (ANL, Hrsg.) (1994):

Informationen 4; Begriffe aus Ökologie, Landnutzung und Umweltschutz. Laufen, Frankfurt.

BEIRAT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE BEIM BUNDESMIN. FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (1995):

Naturschutzforschung und -lehre: Situation und Forderungen. *Natur und Landschaft*, 89, H 1, 5-10.

BLASCHKE, T. (1993):

Analyse eines Ökosystems mit Hilfe eines GIS. Potential und Probleme am Beispiel der Ökosystemstudie Salzachauen. *Salzburger Geogr. Materialien*, Heft 20, 267-274.

— (1995):

GIS-Einsatz im Naturschutz im deutschsprachigen Raum. Eine kritische Betrachtung der gegenwärtigen Situation. *Salzburger Geogr. Materialien*, Heft 22, Salzburg, 9-18.

— (1996):

DGM- und Habitatmodellierung mit Arc/Info als Grundlage von Biotopverbundplanung und Ressourcenmanagement. *Proceedings 4. Deutsche Arc/Info Anwenderkonferenz*, Freising, 9-20.

— (im Druck):

GIS-Einsatz in der naturschutzfachlichen Bewertung. Erscheint in: Naturschutz und Landschaftspflege.

BRÖRING, U., WIEGLEB, G. (1990):

Wissenschaftlicher Naturschutz oder Grundlagenforschung. - *Natur und Landschaft*, 65, 283-292.

CERWENKA, P. (1984):

Ein Beitrag zur Entmythologisierung des Bewertungshokuspokus. *Landschaft und Stadt* 16, H. 4, 220-227.

COOPERIDER, A., BOYD, R., STUART, H. (1986):

Inventory and Monitoring of Wildlife Habitat. US Dept. Inter. Bur. Land Management, Denver.

DAVIS, F., STOMS, D., ESTES, J., SCEPAN, J., SCOTT, M. (1990):

An information systems approach to the preservation of biological diversity. *Int. Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 4, No. 1, 55-78.

EHLERS, M., GREENLEE, D., SMITH, T., STAR, J. (1991):

Integration of remote sensing with Geographic Information Systems: A necessary evolution. *Photogr. Engineering and Remote Sensing*, Vol. 57, 669-675.

ERZ, W. (1980):

Naturschutz - Grundlagen, Probleme und Praxis. BUCHWALD, K., ENGELHART, W. (Hrsg.), *Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt*, Bd. 3, München, 560-637.

— (1986):

Ökologie oder Naturschutz? Überlegungen zur terminologischen Trennung und Zusammenführung. *Berichte der ANL*, 10, Laufen, 11-17.

FINKE, L. (1993):

Naturschutz. KUTTLER, W. (Hrsg.): *Handbuch zur Ökologie*. Analytika Verlagsgesellschaft, Berlin.

FOECKLER, F. (1991):

Zum Gegenstand der Naturschutzforschung und ihrer Bedeutung als Ergänzung zur traditionellen ökologischen Grundlagenforschung. HENLE, K., KAULE, G. (Hrsg.), *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland*. Forschungszentrum Jülich, *Berichte zur ökologischen Forschung*, 4, Jülich, 48-59.

HABER, W. (1979):

Theoretische Anmerkungen zur ökologischen Planung. *Verhandl. der Gesellschaft für Ökologie*, Bd. VII, Göttingen, 19-30.

HENLE, K., KAULE, G. (1991a):

Überblick über Wissensstand und Forschungsdefizite. HENLE, K., KAULE, G. (Hrsg.), *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland*. Forschungszentrum Jülich, *Ber. zur ökolog. Forschung* 4, Jülich, 2-44.

— (1991b):

Zur Naturschutzforschung in Australien und Neuseeland: Gedanken und Anregungen für Deutschland. HENLE, K., KAULE, G. (Hrsg.), *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland*. Forschungszentrum Jülich, *Berichte zur ökologischen Forschung*, 4, Jülich, 60-74.

HEYDEMANN, B. (1985):

Folgen des Ausfalls von Arten - am Beispiel der Fauna.

Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 46, 581-594.

HOVESTADT, T., ROESER, J., MÜHLENBERG, M. (1991):

Flächenbedarf von Tierpopulationen als Kriterien für Maßnahmen des Biotopschutzes und als Datenbasis zur Beurteilung von Eingriffen in Natur und Landschaft. *Forschungszentrum Jülich, Berichte zur ökologischen Forschung*, Bd. 1, Jülich.

JEDICKE, E. (1995):

Ressourcenschutz und Prozessschutz; Diskussion notwendiger Ansätze zu einem ganzheitlichen Naturschutz. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 27, (4), 125 - 133.

JEDICKE, E., FREY, W., HUNSDORFER, M., STEINBACH, E. (1993):

Praktische Landschaftspflege: Grundlagen und Maßnahmen, Ulmer Verlag, Stuttgart.

KAULE, G. (1991):

Arten- und Biotopschutz, 2. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart.

LANA = Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (1992):

Lübecker Grundsätze des Naturschutzes (Grundsatzpapier). Hrsg.: Min. für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. *Schriftenreihe* 3, 1992.

— (1995):

Beschlüsse; Mindestanforderungen an die örtliche Landschaftsplanung. Hrsg.: Umweltministerium Baden-Württemberg.

LAUER, D., ESTES, J., JENSEN, J., GREENLEE, D. (1991):

Institutional Issues affecting the integration and use of remotely sensed data and Geographic Information Systems. *Photogr. Engineering and Remote Sensing*, Vol. 57, 6, 647-645.

McLAUGHLIN, J., WEISS, S., RICH, P., DEBINSKI, D. (1992):

Roles of GIS in conservation. *Proceed. ESRI User Conference*, 237-247.

MÜHLENBERG, M., HOVESTADT, T. (1991):

Flächenanspruch von Tierpopulationen als Kriterium für Maßnahmen des Biotopschutzes und als Datenbasis zur Beurteilung von Eingriffen in Natur und Landschaft. HENLE, K., KAULE, G. (Hrsg.), *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland*. Forschungszentrum Jülich, *Berichte zur ökologischen Forschung*, 4, Jülich, 148-158.

NYERGES, T. (1992):

Coupling GIS and Spatial Analytic Models. *Proceed. Int. Symp. of Spatial Data Handling*, Vol 2, 534-543.

ODUM, E.P. (1969):

The strategy of ecosystem development. *Science* 164, 262-270.

OPDAM, P. (1988):

Populations in fragmented landscapes. SCHREIBER, K.-F. (ed.): *Connectivity in landscape ecology*, *Münstersche Geographische Arbeiten* 29, Münster, 75-77.

- PLACHTER, H. (1991):
 Naturschutz, G. Fischer Verlag, UTB für Wissenschaft, Uni Taschenbücher 1563, Stuttgart, Jena.
- (1992a):
 Grundzüge der naturschutzfachlichen Bewertung. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Würt., Karlsruhe, 9-48.
- (1992b):
 Naturschutzkonforme Landschaftsentwicklung zwischen Bestandessicherung und Dynamik. Tagungsbericht "Landschaftspflege - Quo vadis? der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Würt., Karlsruhe, 142-194.
- (1992c):
 Ökologische Langzeitforschung und Naturschutz. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Veröffentlichungen Projekt "Angewandte Ökologie" Bd. 1, Karlsruhe, 59-96.
- PLACHTER, H., FOECKLER, F. (1991):
 Entwicklung von naturschutzfachlichen Analyse- und Bewertungsverfahren. HENLE, K., KAULE, G. (Hrsg.), Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland, Forschungszentrum Jülich, Berichte zur ökologischen Forschung, Bd. 4, Jülich, 323-337.
- REMMERT, H. (1988):
 Naturschutz. Springer-Verlag, Berlin u.a..
- RIEDL, U. (1995):
 Grenzen und Möglichkeiten der Synthese biologischer Grundlagendaten zum Zweck der Flächenbewertung im Biotopschutz. RIECKEN, U., SCHRÖDER, E. (Hrsg.), Biologische Daten für die Planung, Auswertung, Aufbereitung und Flächenbewertung.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 43, Bonn, 329-356.
- SCHERZINGER, W. (1990):
 Das Dynamik-Konzept im flächenhaften Naturschutz, Zieldiskussionen am Beispiel der Nationalpark-Idee. Natur und Landschaft 65, Heft 6, 292-298.
- SOULÉ, M. (1986):
 Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity.- Sinauer Assoc. Pub., Sunderlands.
- (1987):
 Viable Populations for Conservation, Island Press, Washington D.C.
- SPANDAU, L. (1988):
 Angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden - dargestellt am Beispiel sommerlicher Trittbelastung auf die Gebirgsvegetation, Forschungsberichte Nationalpark Berchtesgaden 16, Berchtesgaden
- STROBL, J. (1992):
 Datenmanipulation und Datenanalyse. KILCHENMANN, A. (Hrsg.), Technologie Geographischer Informationssysteme, Berlin u. a., Springer, 47-56.
- USHER, M. (1986, ed.):
 Nature Conservation Evaluation, London.
- USHER, M., ERZ, W. (1994, Hrsg.):
 Erfassen und Bewerten im Naturschutz, Heidelberg, UTB, Wiesbaden.
- WIRTH, E. (1979):
 Theoretische Geographie, Teubner-Verlag, Stuttgart.
- ZIELONKOWSKI, W. (1988):
 Umwandlung von Intensivflächen in Extensivflächen: Neue Potentiale und Chancen für den Naturschutz? Schriftenreihe DRL 54, 272-276.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Michael Vogel
 Bayerisches Staatsministerium für
 Landesentwicklung und Umweltfragen
 Rosenkavalierplatz 2
 81925 München
 E-Mail: bayern.naturschutz@t-online.de

Dr. Thomas Blaschke
 Institut für Geographie
 Universität Salzburg
 Hellbrunnerstraße 34
 A - 5020 Salzburg
 E-Mail: tblaschk@geo.sbg.ac.at

Spatial Decision Support Systems in Naturschutz und Landschaftspflege?

Umsetzungsaspekte für die raumbezogene Planung

Marion CZERANKA

Abstract

SDSS stehen seit mittlerweile etwa zehn Jahren im Interesse wissenschaftlicher Untersuchungen. Ihr Ziel ist es, unübersichtliche Entscheidungsprozesse, welche Problembereiche mit einer räumlichen Komponente betreffen, zu unterstützen. Beispiele hierfür wären z.B. die Standortfindung oder eine möglichst gute Verteilung von Gewerbe- oder Industrieeinrichtungen. Hier drängt sich die Frage auf, ob diese Systeme eventuell ebenso geeignet sind, für den Naturschutz und in der Landschaftspflege eingesetzt zu werden. Auch hier handelt es sich schließlich um raumbezogene Probleme, wenn z.B. Entscheidungen zu treffen sind bezüglich der Ausweisung von Schutzgebieten oder wenn Naturschutzbelange gegenüber wirtschaftlichen Interessen beziehungsweise Erholungsansprüchen abzuwägen sind.

Um diese Anwendungsmöglichkeiten von SDSS untersuchen zu können, müssen zunächst die Grundlagen und Funktionen eines SDSS geklärt werden: Wodurch zeichnet sich ein SDSS aus? Welche Komponenten müssen erstellt werden und welche Vorteile haben diese Systeme dann gegenüber Geographischen Informationssystemen? Gibt es solche Systeme - ähnlich wie Geographische Informationssysteme zu kaufen? Bezüglich Naturschutz und Landschaftspflege wäre zudem zu klären, ob und welche Aufgaben oder Methoden mit einem SDSS umsetzbar sind. Interessant ist hierbei, ob letztlich Eignungsbewertungen, Konfliktanalysen oder Planungen vielleicht einfacher, effektiver oder schneller durchgeführt werden können.

1 Einleitung

Der Begriff Spatial Decision Support System (SDSS, räumliches Entscheidungsunterstützungssystem) ist immer häufiger (insbesondere auf englischsprachigen GIS-Konferenzen) als Zauberwort für die Lösung raumbezogener Probleme anzutreffen. Ähnlich, wie vor einigen Jahren die Satellitenbildauswertung oder die GIS-Technologie als Allheilmittel bei raumbezogenen Aufgabenstellungen angepriesen worden sind, sollen nun SDSS für eine bessere Umwelt sorgen?

Es ist allerdings eher selten bekannt, was sich tatsächlich hinter diesem Begriff verbirgt, wo die Stär-

ken und Schwächen eines solchen Systems liegen, welches in Frage kommende Einsatzbereiche sind und welche Zielsetzungen verfolgt werden können. Dieser Beitrag soll verdeutlichen, welche Möglichkeiten SDSS bieten und Ansatzpunkte aufzeigen, wo und unter welchen Umständen diese Technologie im planenden Naturschutz und bei der Landschaftspflege sinnvoll eingesetzt werden könnten.

2 Eigenarten und Möglichkeiten von SDSS

2.1 Bestandteile eines SDSS

SDSS stammen von den Decision Support Systems (DSS) ab, welche daher zunächst skizziert werden, da ihre grundlegenden Merkmale auch auf die SDSS zu übertragen sind. Diese DSS wiederum sind eine Weiterentwicklung von Management-Informationssystemen der Wirtschaft; Einsatzbereiche befinden sich traditionsgemäß im operational control, management control und im strategic planning. Ihre Intention ist nicht, dem Entscheidungsträger die Entscheidungen abzunehmen (MITTRA, 1986; SPRAGUE und WATSON, 1986), sondern sie bieten insbesondere bei unübersichtlichen, komplexen Problemen Entscheidungsunterstützung z.B. durch Datenaufbereitung an.

Diese DSS (und damit auch die SDSS) setzen sich grundsätzlich aus 3 Modulen zusammen: dem Datenbank Managementsystem (DBMS), dem Modellbank Managementsystem (MBMS) und der Benutzerschnittstelle (SPRAGUE, 1980). Wie auch bei einem GIS dient hierbei das DBMS zur Vorhaltung der für die Aufgabenbewältigung benötigten Daten, ermöglicht die Dateneingabe sowie Datenveränderungen. Das MBMS hat die gleichen Aufgaben bezüglich der Analysemodelle bzw. einzelner Modellteile. Diese können dann problemspezifisch für Bewertungs-, Vergleichs- oder Entscheidungsaufgaben verwendet werden. Auch soll ein MBMS die Veränderung der Modelle zulassen, wenn diese z.B. dem Stand der Wissenschaft angepaßt werden müssen (DOLK und KONSZYNSKI, 1984). Die Benutzerschnittstelle soll den Entscheidungsträger in die Lage versetzen mit dem System umzugehen, ohne daß er sich genauer mit der Systemarchitektur oder einzelnen Modellen auszukennen hat. Daher

soll sie möglichst intuitiv sein und gegebenenfalls Lösungsansätze bzw. Vorgehensweisen aufzeigen. Neben diesen drei geschilderten Modulen soll das System zudem einen Report erstellen können, welcher den Weg der Entscheidungsfindung nachvollziehbar wiedergibt. Dieser Report kann Tabellen, Graphiken und textliche Erläuterungen enthalten. Im Falle eines SDSS und seinen raumbezogenen Problemen gehören hierzu natürlich auch Kartenausgaben (ARMSTRONG et al., 1992).

2.2 SDSS versus GIS

Ein SDSS hat über die im vorigen Kapitel beschriebenen Aufgaben eines DSS hinausgehend die Integration der räumlichen Daten sowie der raumbezogenen Analysemethoden zu ermöglichen (ARMSTRONG und DENSHAM, 1990). Dieses geschieht sinnvollerweise, indem die speziell für die räumliche Datenverarbeitung und -analyse entwickelte GIS-Technologie eingesetzt wird. Die Daten können dabei direkt im DBMS des GIS vorgehalten werden. Bereits einfache Selektions- oder Reklassifikationsmechanismen des GIS sowie dessen Visualisierungsmöglichkeiten tragen zur Strukturierung des Wissens über die Daten bei und unterstützen somit auch direkt die Entscheidungsfindung. Allerdings reichen die analytischen Möglichkeiten eines GIS bei komplizierteren Problemstellungen nicht aus; weitergehende Modellierungsfunktionalitäten, z.B. Bewertungs- oder Optimierungsmethoden für die Standortfindung, sind bisher noch in kaum einem kommerziellen GIS verfügbar oder nur ansatzweise vorhanden (OPENSHAW, 1993; ANSELIN und GETIS, 1993; BATTY, 1993). Daher müssen zusätzliche Methoden im MBMS des SDSS zur Verfügung gestellt und in geeigneter Weise an das GIS angekoppelt werden (vgl. z.B. FEDRA, 1993; BATTY und XIE, 1994; DEURSEN, 1995).

Wie hier beschrieben und in Abb. 1 dargestellt, sollte ein GIS also quasi als Herzstück des SDSS eingesetzt werden (HONEA et al., 1991; COOKE, 1992). In der Literatur finden sich allerdings auch die Ansichten, daß ein SDSS eine Weiterentwicklung von einem GIS ist, oder auch, daß ein GIS an sich bereits ein Entscheidungsunterstützungssystem

darstellt (COWEN, 1988; BRACKEN und WEBSTER, 1989). Letztlich ist diese Diskussion müßig: entscheidend ist, daß die notwendigen Bestandteile eines SDSS zur Verfügung stehen und Methoden vorhanden sind, die effektiv zur Informationsgewinnung und damit auch zur Entscheidungsfindung einsetzbar sind (DENSHAM und GOODCHILD, 1989). Auf dem Weg von einem einfachen GIS hin zu einem kompletten SDSS sind verschiedenste funktionale Zwischenstationen denkbar (Abb. 2):

Anzumerken ist hier allerdings, daß ein vollständiges SDSS, wie es in der unteren Zelle geschildert wird, vermutlich auch bis heute noch nicht existiert (vgl. BENNETT und ARMSTRONG, 1993). Die Gründe hierfür liegen auf der Hand: die Erstellung eines solchen Systems erfordert einen immensen, kaum kalkulierbaren Arbeitsaufwand bzgl. der zu entwickelnden und zu integrierenden Modelle, bzgl. der Benutzerschnittstelle sowie der Benutzerführung mittels Expertenwissen und nicht zuletzt auch in Hinblick auf die umfassende Reportgenerierung. Ein großer (und finanzstarker) Einsatzbereich mit einer Fülle ähnlich lautender Aufgabenstellungen und Lösungsanforderungen wäre also notwendig, damit sich die Entwicklung eines kompletten SDSS lohnen würde.

Da auch Expertenwissen in ein SDSS integriert werden soll, stellt sich beizeiten die Frage, worin der Unterschied zwischen einem SDSS und einem Expertensystem liegt. Zum Thema DSS versus Expertensysteme finden sich z.B. bei KEIM und JACOBS (1986) oder TURBAN (1988) Informationen; bezüglich eines Vergleichs zwischen SDSS bzw. GIS und Expertensystemen vgl. z.B. FISCHER (1993); LEUNG und LEUNG (1993) oder COWEN und EHLER (1994). Der Übergang zwischen den Systemtypen ist sicherlich fließend: während allerdings Expertensysteme Entscheidungen vorgeben, sollen diese im SDSS gänzlich beim Entscheidungsträger verbleiben. Dieser besorgt sich nur mit Hilfe des Systems die benötigten Informationen als Entscheidungsgrundlage und nutzt die zur Verfügung gestellten Analysemethoden. Demgegenüber halten Expertensysteme Wissen in Form von Fakten und Regeln vor. Eine Wissensbasis kann aus Gesetzestexten sowie aus Expertenwissen über das Sy-

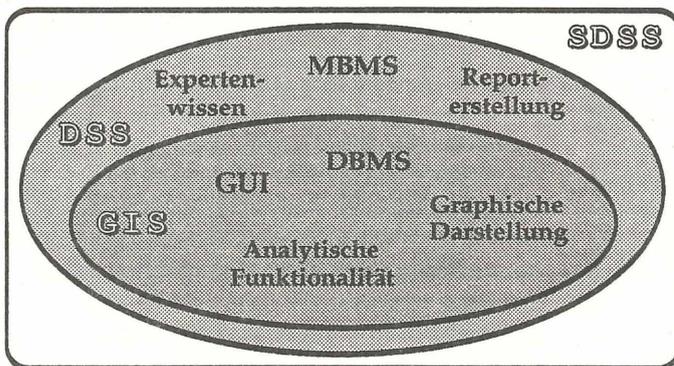


Abbildung 1

SDSS, bestehend aus DSS- und GIS-Komponenten

Ein GIS, dessen graphische und analytische Fähigkeiten zur Entscheidungsunterstützung genutzt werden.

Ein GIS, welches über eine Benutzeroberfläche einfache Modelle oder GIS-Analysesequenzen vorgibt, die aufgabenbezogen aneinandergereiht werden.

Ein GIS gekoppelt mit Modellen, die zur Bewertung oder Simulation herangezogen werden können.

Ein System mit einer Anzahl verschiedener Modelle, welches aber keine Benutzerführung hat oder die Reportherstellung nicht effizient unterstützt.

Ein SDSS, welches für einen spezifischen Aufgabenbereich konzipiert und entwickelt worden ist und daher über eine Sequenz von Modellen verfügt, welche für unterschiedliche Varianten in den Aufgabenstellungen auswählbar sind und verschiedene kognitive Herangehensweisen ermöglichen (evtl. unterstützt von Expertenwissen, welches über verfügbare Modellierungsmöglichkeiten, Gewichtungen, etc. informiert). Der automatisch erstellte Report informiert eingehend über die Vorgehensweise und macht somit den gesamten Entscheidungsprozeß transparent und nachvollziehbar.

Abbildung 2

Funktionale Zwischenstationen vom GIS zum SDSS

stemverhalten bestehen. Zusätzlich können Modellierungsmöglichkeiten oder Simulationen eingebunden sein. Einen Übergangsbereich zu den SDSS stellt hierbei die Wissenserwerbskomponente dar. Sie ermöglicht eine Interaktion zwischen dem System und dem bedienenden Menschen und damit auch mit dessen Entscheidungen. Grundsätzlich bedeuten raumbezogene Fragestellungen allerdings ein Hindernis für den Einsatz von Expertensystemen wegen der im allgemeinen komplexen Problemumgebung und der notwendigen spezifischen raumbezogenen Datenbank- und Analysetechniken (FISCHER, 1993).

2.3 Entscheidungsunterstützungsmethoden

Entscheidungsunterstützungsmethoden sollen generell bei der Lösung unübersichtlicher Probleme behilflich sein: raumbezogene Problemstellungen wären z.B. die Standortallokation, die Flächeneignungsbewertung oder die Flächennutzungsverteilung. Speziell im operations research und in der Nutzentheorie sind verschiedene Entscheidungsunterstützungsmethoden (multi-criteria decision making methods oder multi-criteria evaluation methods) entwickelt worden (einen Überblick geben z.B. OZERNOY, 1992 oder JANKOWSKI, 1995). Diese Methoden können im SDSS folgende Funktionen übernehmen:

- **Aggregationsmethoden** sorgen für die Datenreduktion bei Bewahrung eines möglichst hohen Informationsgehaltes;
- **Bewertungsmethoden** berechnen aus Flächeneigenschaften Wertigkeiten;

- **Evaluierungsmethoden** vergleichen Flächenwertigkeiten hinsichtlich der verfolgten (Teil-)ziele, ermitteln in Frage kommende Alternativen und stellen gegebenenfalls eine Reihenfolge der Alternativen auf;
- (tatsächliche) **Entscheidungsmethoden** finden aus den ermittelten Alternativen die (vergleichsweise) optimale Lösung heraus.

Grundsätzlich sind zunächst alle im SDSS vorgehaltenen räumlichen Einheiten als in Frage kommende Lösungsmöglichkeiten zu untersuchen. Dies bedeutet in einem Vektor-Datenmodell, daß alle Einzelflächen zu bewerten und im folgenden miteinander zu vergleichen sind. Diese Flächen sind bei Raumplanungsanwendungen in der Regel Flurstücke oder Nutzungseinheiten. Bei Naturschutzaufgaben wären dies z.B. Biotope. Falls für zu untersuchende Kriterien unterschiedliche Flächenzuschnitte vorliegen, müssen durch Verschneidung zunächst die kleinsten gemeinsamen Geometrien generiert werden, die dann für die weiteren Auswertungen benutzt werden können.

In einem Raster-Datenmodell hingegen bedeutet zunächst jedes einzelne Pixel einen zu untersuchenden Flächenteil. Erst wenn die Bewertung und evtl. auch die Evaluierung durchgeführt wurden, können die Rastereinheiten (durch manuelles Abgrenzen oder auch durch automatische Klassifizierungsalgorithmen) zu Flächen zusammengefaßt werden. Flächenbewertungen erzwingen normalerweise die Berücksichtigung mehrerer Kriterien. Diese können zu bewertende Faktoren oder auch Ausschlußkriterien sein. Bei der gemeinsamen Betrachtung verschiedener Faktoren ist zu berücksichtigen, ob diese voneinander abhängig sind, damit unerwünschte

Akzentuierungen vermieden werden können. Grundsätzlich ist jegliche Bewertung sowie jeder Alternativenvergleich an den verfolgten Zielen ausgerichtet. Möglicherweise widersprechen sich dabei einzelne Teilziele, so daß bei der Verknüpfung der entsprechenden Kriterien Prioritäten oder Gewichtungen gesetzt werden müssen.

Damit Merkmalsausprägungen der betrachteten Flächen kriterienübergreifend miteinander verglichen und gegebenenfalls verrechnet werden können, müssen sie zunächst standardisiert und in die gleiche Skala transformiert werden. In diesem Sinne gibt es Ansätze, die Attribute als monetäre Werte oder auch in Nutzen auszudrücken. Bei ökologischen oder auch bei politischen Kriterien ist dies allerdings schwierig (vgl. HAMPICKE (1991)); hier können am ehesten relative Wertbeurteilungen vorgenommen werden.

Wenn die Beziehungen zwischen den Faktoren und den verfolgten Zielen bekannt sind, so gilt das Problem als gut strukturiert und es können Algorithmen zu seiner Lösung aufgestellt werden. Diese Umstände sind allerdings bei ökologischen Aufgabenstellungen eher eingeschränkt oder bei politischen Fragestellungen gar nicht mehr anzutreffen. Hier fehlen definierte funktionale Beziehungen zwischen den Kriterienwerten und den Zielen (unstrukturierte Entscheidungsumgebung). Gerade im Bereich des Naturschutzes und der Ökologie sind solche systemanalytischen Methoden sowie die dafür notwendige Quantifizierung der Natur- und Landschaftsfaktoren wissenschaftlich nur unzureichend abgestützt. Daher müssen hier anderweitige heuristische Arbeitsweisen angewendet werden. Anhand verschiedener Prioritätensetzungen kann so z.B. zumindest der Versuch unternommen werden, zu einer möglichst objektiven Bewertung zu gelangen. Festzuhalten ist, daß gerade in der Bearbeitung solcher unstrukturierter Problemstellungen ein wichtiger Aspekt des (S)DSS-Einsatzes liegt: falls die Zusammenhänge klar und mittels mathematischer Funktionen beschreibbar sind, könnte die jeweilige Problemlösung relativ einfach errechnet werden - ein Entscheidungsunterstützungssystem wäre dann also gar nicht notwendig.

3 Planungsaufgaben von Naturschutz und Landschaftspflege: SDSS-Einsatzmöglichkeiten

Zu den Aufgaben des Naturschutzes zählen nach PLACHTER (1991):

- der Artenschutz (zu welchem auch der Biotopschutz gehört),
- der Ökosystemschutz (mit dem Flächenschutz in Form von Schutzgebietsausweisungen),
- der Schutz abiotischer Ressourcen (insbesondere Wasser, Boden und Luft),
- die Steuerung der Landnutzung (und damit Mitwirkung bei der allgemeinen Landesplanung),
- der Erhalt biologischer Grundfunktionen.

Die Landschaftspflege soll dem Schutz, der Pflege und der Entwicklung der Naturlandschaften dienen. Der planerische Bereich wird hier vertreten durch:

- die **Landschaftsplanung** auf der Grundlage der Landschaftsanalyse und Landschaftsdiagnose.

Diese soll Konflikte minimieren oder verhindern, indem sie eine möglichst optimale flächenhafte Zuordnung von Landnutzungen vornimmt (BUCHWALD und ENGELHARDT, 1973).

Der Naturschutz ist zudem bei folgenden raumbestimmten Planungen zu berücksichtigen (PLACHTER, 1991):

- **allgemeine Landesplanung,**
- **Objektplanung und Flurbereinigung.**

Zu den Objektplanungen gehören in der BRD das Planfeststellungsverfahren, das Raumordnungsverfahren und die Umweltverträglichkeitsprüfung. Zudem ist dies, neben der Bauleitplanung, auch ein Einsatzbereich der Eingriffsregelung. Generell verlangen diese raumplanerischen Aspekte von Naturschutz und Landschaftspflege eine flächenbezogene Datenerhebung und entsprechende Analysemethoden, die mittels GIS bzw. SDSS bereitgestellt werden können. Aber auch andere Naturschutzaufgaben, wie der Schutz abiotischer Ressourcen, der Biotopschutz sowie Schutzgebietsausweisungen benötigen die flächenbezogene Informationsverarbeitung, insbesondere, wenn es um Monitoringaufgaben oder um Erfolgskontrollen geht. Allein die Datenerhebung mittels eines GIS hat schon große Vorteile gegenüber rein textlichen oder tabellarischen Archivierungsmethoden: so z.B. erleichtern bereits relativ einfache Kartendarstellungen von Zeitreihen das Erkennen räumlicher Entwicklungsmuster oder Trends.

Zumeist geht es bei der Berücksichtigung des Naturschutzes in der räumlichen Planung um flächenbezogene Bewertungsaufgaben (vgl. u.a. MARKS et al., 1992):

- einzelne Faktoren oder Flächen sollen auf ihre Güte oder Wertigkeit untersucht oder verglichen werden (*Zustandsbewertung, ökologische Wertanalyse*);
- es sind Eignungen einzelner Flächen für bestimmte Zwecke zu untersuchen (Eignungsbewertung; z.B., ob bestimmte Flächen als Vorranggebiet oder Schutzgebiet ausgewiesen werden sollten) oder
- es ist der Einfluß zu evaluieren, den Maßnahmen und Vorhaben auf bestimmte Naturfaktoren haben werden (*ökologische Belastungsbewertung, Wirkungsanalyse, Risikoanalyse*).

Solche Bewertungen fundieren auf den verschiedensten Kriterien: dies können z.B. biozönotische, populationsbezogene, strukturelle oder standörtliche Kriterien sein (BUCHWALD und ENGELHARDT, 1973). Wichtig ist die zielbezogene Krite-

rienzusammenstellung sowie die Auswahl aussagekräftiger Indikatoren. Bewertungsmethoden werden z.B. in BASTIAN und SCHREIBER (1994); USHER und ERZ (1994) sowie MARKS et al. (1992) vorgestellt.

Diese fachwissenschaftlichen Methoden müssen in Algorithmen oder heuristische Verfahren umgesetzt werden. Allerdings fehlen hinsichtlich einer durchgängigen quantitativen Darstellung von Natur- und Landschaftsparametern und deren Wirkungszusammenhängen vielfach noch genaue wissenschaftliche Erkenntnisse. Daher muß bei raumbezogenen und naturschutzbezogenen Problemstellungen vermutlich auch in Zukunft auf eine umfassende Modellierung verzichtet werden. Demgegenüber kann z.B. auf einem wissenschaftlich noch vertretbaren Datenaggregationsniveau gearbeitet werden. Die Anwendung eines SDSS darf nicht bedeuten, daß ein dimensionsloser "Wertebrei" entsteht, der nicht mehr durchschaubar und damit auch nicht mehr interpretierbar ist. Flächenvergleiche oder Bewertungen sollten generell auf den Verarbeitungsstufen vorgenommen werden, wo sie noch nachvollziehbar sind.

Neben den Bewertungsaufgaben können auch die Evaluierungs- und Entscheidungsmethoden eines SDSS bezüglich der Identifizierung von Planungsalternativen eingesetzt werden: z.B. können anschließend an die Bewertungsverfahren Standortalternativen verglichen werden. Bezüglich der Eingriffsregelung bieten sich Flächenvergleiche an, um möglichst gute Kompensationsflächen für die Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen zu identifizieren (vgl. CZERANKA, 1995). Hier ermöglicht ein SDSS zudem den Aufbau des erforderlichen (aber bisher selten in Angriff genommenen) Kompensationsflächenkatasters, welches u.a. zu Monitoringzwecken eingesetzt werden kann.

Neben reinen flächenbezogenen Bewertungen, der Zuordnung von Flächennutzungen oder der Analyse potentieller Schutzgebiete können über Simulationsmodelle auch Handlungsalternativen für die Zukunft erarbeitet werden (BLASCHKE, 1995). Dies eröffnet Möglichkeiten bei der Integration von Naturschutz und Landschaftspflege in die allgemeine Landesplanung und kann auch bei einer möglichst optimalen Allokation der Nutzungen im Raum in der Landschaftsplanung eingesetzt werden.

4 Weitere (positive) Aspekte zum SDSS-Einsatz

Neben der grundlegenden Ermöglichung flächenbezogener Bewertungen sind weitere Vorteile des SDSS-Einsatzes denkbar. Warum soll es anhand flächenbezogener Modellierungsmethoden nicht möglich sein, genauere und somit bessere Bewertungen oder Alternativen zu erarbeiten, als dies mit analogen oder rein verbal-argumentativen Methoden möglich ist? Die Beantwortung dieser Frage hängt sicherlich von der jeweiligen Fragestellung

und den fachwissenschaftlich verfügbaren Modellen ab. Zwar hört bei naturschutzbezogenen Fragestellungen die Technikgläubigkeit häufig auf: nicht automatisch wird alles geglaubt, was mit dem Computer berechnet wurde. Aber sicherlich können mittels nachvollziehbarer Methoden, Flächenbilanzierungen oder Graphikausgaben Argumentationen untermauert werden, die ansonsten weniger Gehör finden würden.

Allerdings klafft bei natur- und landschaftsbezogenen Bewertungen noch eine recht große Lücke zwischen dem, was für Planungen benötigt wird (nämlich klare Aussagen, die u.a. gegenüber wirtschaftlichen Aspekten abwägungs- und evtl. auch durchsetzungsfähig sind) und dem, was wissenschaftlich abgesichert ist. So kann nur angestrebt werden, daß Bewertungen möglichst weit den folgenden Qualitätsanforderung gerecht werden (nach: BASTIAN und SCHREIBER, 1994; HELLOWIG, 1994):

- **Wissenschaftlichkeit**, d.h. Anwendung des modernsten Erkenntnisstandes,
- **Objektivität**, d.h. Unabhängigkeit des Ergebnisses vom Bearbeiter,
- **Validität**, d.h. Übereinstimmung von Meßverfahren und Fragestellungen,
- **Vollständigkeit**: Berücksichtigung aller wesentlichen Faktoren und Rahmenbedingungen,
- **Differenziertheit** bezüglich Eindeutigkeit und Aussageschärfe,
- **Transparenz**, d.h. Durchschaubarkeit der Datenermittlung und -verarbeitung,
- **Nachvollziehbarkeit** der Bewertungsschritte für einen anderen Bearbeiter,
- **Akzeptanz** der Methoden und Bewertungsmaßstäbe,
- **Flexibilität** im Sinne von Anpassungsmöglichkeiten an geänderte Rahmenbedingungen.

Die Anwendung eines SDSS kann viele dieser Aspekte effektiv unterstützen. Die Objektivität von Bewertungen kann gefördert werden, indem - wo möglich - Bewertungsmethoden oder Standards durch das System vorgegeben werden. Auch kann selbst ein einzelner Bearbeiter zu *objektiveren* Aussagen gelangen, wenn nicht nur eine Bewertungsvariante durchgespielt wird, sondern wenn verschiedene mögliche Ansätze verfolgt werden (so kann evtl. zu einer Konvergenz der Ergebnisse gelangt werden). Ebenso können auf diese Weise bei Gruppenentscheidungen Kompromißlösungen entwickelt werden oder das Wissen verschiedener Experten kann für Probleme eingesetzt werden, für die bisher keine kompletten wissenschaftlichen Lösungen vorhanden sind.

Die Transparenz der Datenverarbeitung kann durch den vom SDSS zu erstellenden Report vollkommen gewährleistet werden (die Datenermittlung in Form von Geländeaufnahmen o.ä. ist natürlich gesondert aufzuzeichnen). Direkt hiermit verknüpft ist das Argument der Nachvollziehbarkeit: alle Bewertungsschritte, Verknüpfungsmethoden sowie Ge-

wichtungen einzelner Kriterien sollen im Report festgehalten werden. Daher kann jeder Analyse-schritt nachvollzogen und - falls nötig - revidiert werden. Auch die Flexibilität ist gewährleistet, indem jederzeit, z.B. aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse oder geänderter Rahmenbedingungen, Modelle verändert und angepaßt werden können (dies soll insbesondere durch das MBMS unterstützt werden). Die Akzeptanz der Methoden und Bewertungsmaßstäbe kann allein durch deren Offenlegung und Nachvollziehbarkeit bereits gefördert werden. Gegebenenfalls können Begründungen, Umweltqualitätsstandards (soweit existent) oder gesetzliche Bestimmungen in die Reporterstellung integriert werden.

Wissenschaftlichkeit, Validität, Vollständigkeit und Differenziertheit sind hingegen Aspekte, die allein von Fachwissenschaftlern gewährleistet und auch beurteilt werden können. Diese Bereiche müssen also im Vorfeld der Anwendung einer Methode geklärt sein. Sie könnten in Form von Expertenwissen in ein SDSS integriert werden. Dieses muß dann den Benutzer anleiten, welche Modelle bei welchen Fragestellungen anzuwenden sind und welche Daten hierzu benötigt werden.

Die Frage, ob der Einsatz eines SDSS den Entscheidungs- und damit auch den Planungsprozeß beschleunigen kann, hängt von der Verfügbarkeit fertiger Modelle sowie der digitalen Verfügbarkeit der benötigten raumbezogenen Daten ab. Soweit dies möglich ist, sollten bereits bestehende digitale Datenbestände genutzt werden (z.B. aus Umweltinformationssystemen, ATKIS, o.ä.). Deren Aktualität, Fehlerfreiheit und Vollständigkeit ist aber ebenso wichtig, wie bei den herkömmlichen analogen Methoden. Wirtschaftlich lohnt sich der Einsatz digitaler Methoden erst, wenn auf umfangreiche digitale Datenbestände zurückgegriffen werden kann. Darüber hinaus werden allerdings im Normalfall immer noch aktuelle Kartierungen oder Messungen notwendig sein.

Wirtschaftlichkeitsaspekte betreffen auch die gesamte Entwicklung eines SDSS - zumindest bei den ihnen zugrundeliegenden DSS kann aufgrund der dortigen Einsatzbereiche (Wirtschaftsunternehmen, Management) davon ausgegangen werden, daß sich deren Entwicklung rentiert. Wo hingegen wird im Naturschutz oder in der Landschaftspflege schon unter monetären Aspekten argumentiert?

5 Fazit und Ausblick

Selbst, wenn keine konkreten ökologisch, planerisch oder politisch verwendbaren Aussagen aus der Anwendung von Entscheidungsunterstützungsmethoden abgeleitet werden können, so hat die bei den Entscheidungsmethoden eingesetzte Modellierung doch einige Vorteile zu bieten. Modellierung per se ist ein Lernprozeß, welcher

- die Daten und das Problem charakterisiert und

- dem Entscheidungsträger neue Einsichten bringt (GOODCHILD und DENSHAM, 1990).

Demnach ist zu unterstellen, daß die in einem SDSS zur Verfügung gestellten Methoden bzw. Modelle immer eine positive Auswirkung auf den Bewertungsprozeß haben. Auch wenn die verwendeten Methoden nicht wissenschaftlich abgesichert sind oder die Datenbasis nicht vollständig ist, so kann der oder die Entscheidungsträger(in) wenigstens die Daten und Problembereiche genauer kennenlernen. Allerdings muß in einem solchen Fall klar sein, daß die Ergebnisse der SDSS-Analyse nicht als "bare Münze" verkauft werden. Auch ist immer abzuwägen, inwieweit solche Ergebnisse in den weiteren planerischen oder politischen Entscheidungsprozeß einfließen sollten.

Festzustellen ist allerdings, daß es vollständige SDSS (bisher) nicht gibt - und sie daher schon gar nicht fertig zu kaufen sind! Es existieren mittlerweile einige prototypische Entwicklungen für spezifische Anwendungen (diese finden sich überwiegend in der Hydrologie oder Bodenkunde; vgl. z.B. LIU, 1995; DJOKIC, 1996; NEGAHBAN et al., 1996). Jedoch ist auch zukünftig kaum damit zu rechnen, daß umfassende Systeme auf dem Software-Markt erhältlich sein werden. Darüber hinaus haben Geographische Informationssysteme heutzutage oft noch zu komplizierte Interfaces und stellen keine problemspezifischen Modellierungsfunktionalitäten zur Verfügung. Expertensysteme stellen zwar Wissen und eventuell auch Modellierungsmethoden zur Verfügung, vernachlässigen aber räumlich-analytische Aufgaben. Daher wäre es zu begrüßen, daß für ähnlich gestaltete Aufgaben, z.B. im Naturschutz, Methoden und Expertenwissen zentral zusammengestellt werden, welche die problembezogene Entwicklung eines SDSS ermöglichen.

Neben den bereits angesprochenen fachwissenschaftlich zu entwickelnden Methoden sind allerdings auch noch einige technologische Fragestellungen offen. So ist die Integration von raum- und zeitbezogenen Modellen in GIS bzw. SDSS noch immer ein Forschungsgegenstand. Auch eventuelle Fehler- oder Ungenauigkeitsfortpflanzungen bezüglich verwendeter Daten und deren Analysemethoden sind noch eingehender zu untersuchen. Ein weiterer Forschungszweig beschäftigt sich mit der Integration von unscharfen Daten und unscharfen Entscheidungen (fuzzy set theory), die gerade bei Bewertungen der Natur und des Landschaftsbildes ("Wie mißt man die Schönheit der Landschaft?") häufig anzutreffen sind.

Durch die Integration von Künstlicher Intelligenz ist zu erwarten, daß "intelligente SDSS" (oder auch "intelligente GIS" oder "raumbezogene Expertensysteme") entwickelt werden können, die neben den raumbezogenen Analysemöglichkeiten wissenschaftlich anerkannte Regeln und gesetzliche Vorgaben für die Entscheidungsunterstützung bereit-

halten. Im Moment ist dieses allerdings noch Zukunftsmusik, welche nicht unbedingt von allen gerne gehört wird.

Literaturverzeichnis

- ANSELIN, L. und GETIS, A. (1993):
Spatial Statistical Analysis and Geographic Information Systems. In: Fischer, M. und Nijkamp, P. (Ed.): *Geographic Information Systems, Spatial Modelling and Policy Evaluation*. Vienna. 35-51.
- BASTIAN, O. und SCHREIBER, K.-F. (1994): *Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft*. Jena, Stuttgart.
- BATTY, M. (1993):
Using Geographic Information Systems in Urban Planning and Policy-Making. In: FISCHER, M. und NIJKAMP, P. (Ed.): *Geographic Information Systems, Spatial Modelling and Policy Evaluation*. Vienna. 51-73.
- BATTY, M. und XIE, Y. (1994):
Modeling Inside GIS: Part 1. Model Structures, Exploratory Spatial Data Analysis and Aggregation. In: *IJGIS*. 8, 3, 291-307.
- BENNETT, D. und ARMSTRONG, M. (1993):
A Modelbase Management System for Geographical Analysis. *GIS/LIS Proceeding*. 48-57.
- BLASCHKE, T. (1995):
GIS im Naturschutz im deutschsprachigen Raum. Eine kritische Betrachtung der gegenwärtigen Situation. In: DOLLINGER, F. und STROBL, J. (Ed.): *Angewandte Geographische Informationstechnologie VII*. Universität Salzburg. 9-14.
- BRACKEN, I. und WEBSTER, C. (1989):
Towards a Topology of Geographical Information Systems. In: *IJGIS*. 3, 2, 137-152.
- BUCHWALD, K. und ENGELHARDT, W. (Ed.) (1973):
Landschaftspflege und Naturschutz in der Praxis. München.
- COOKE, D.F. (1992):
Spatial Decision Support System: Not Just Another GIS. In: *Geo Info Systems*. 2, 5, 46-49.
- COWEN, D.J. (1988):
GIS versus CAD versus DBMS: What are the Differences? In: *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 54, 1551-1555.
- COWEN, D.J. und EHLER, G.B. (1994):
Incorporating Multiple Sources of Knowledge Into a Spatial Decision Support System. *Spatial Data Handling*. 60-72.
- CZERANKA, M. (1995):
Is GIS Technology Reasonably Exploited for Decision Support in Ecologically-Oriented Spatial Planning? *International Symposium on Computer Science and Environmental Protection*. 65-78.
- DENSHAM, P.J. und GOODCHILD, M.F. (1989):
Spatial Decision Support Systems: A Research Agenda. *GIS/LIS*. 707-716.
- DEURSEN, W.P.A.v. (1995):
Geographical Information Systems and Dynamic Models. Utrecht.
- DJOKIC, D. (1996):
Toward a General-Purpose Decision Support System Using Existing Technologies. In: GOODCHILD, M.F., STEYAERT, L.T., PARKS, B.O. et.al. (Ed.): *GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues*. Fort Collins, 353-356.
- FEDRA, K. (1993):
GIS and Environmental Modeling. In: GOODCHILD, M.F., PARKS, B.O. und STEYAERT, L.T. (Ed.): *Environmental Modeling with GIS*. New York. 35-50.
- FISCHER, M.M. (1993):
From Conventional to Knowledge Based Geographical Information Systems. *Urban Data Management Symposium*. 17-25.
- GOODCHILD, M.F. und DENSHAM, P.J. (1990):
Research Initiative 6: Report for the Specialist Meeting: *Spatial Decision Support Systems*. NCGIA.
- HAMPICKE, U. (1991):
Naturschutz-Ökonomie. Stuttgart.
- HELLWIG, U. (1994):
Zur Problematik der Bewertung kleiner Landschaftsausschnitte. In: *Biologische Beiträge und Bewertung in Umweltverträglichkeitsprüfung und Landschaftsplanung*. Norddeutsche Naturschutzakademie, Berichte, Heft 1, 70-76.
- HONEA, R.B., HAKE, K.A. und DURFEE, R.C. (1991):
Incorporating GISs into Decision Support Systems: Where Have We Come From and Where Do We Need To Go? In: HEIT, M. und SHORTREID, A. (Ed.): *GIS Applications in Natural Resources*. Fort Collins, 39-43.
- JANKOWSKI, P. (1995):
Integrating Geographical Information Systems and Multiple Criteria Decision-Making Methods. In: *IJGIS*. 9, 3, 251-273.
- KEIM, R.T. und JACOBS, S. (1986):
Expert Systems: the DSS of the Future. In: *Journal of Systems Management*. 12, 6-14.
- LEUNG, Y. und LEUNG, K.S. (1993):
An Intelligent Expert System Shell for Knowledge-Based Geographical Information Systems: 2. Some Applications. In: *IJGIS*. 7, 3, 201-213.
- LIU, Y. (1995):
An Object Adaptive Decision Support Environment for Water Resources Management. Den Haag.
- MARKS, R., MÜLLER, M.J., LESER, H. und KLINK, H.-J. (Ed.) (1992):
Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes. *Zentralausschuß für deutsche Landeskunde*, Trier.
- MITTRA, S.S. (1986):
Decision Support Systems. Tools and Techniques, New York.
- NEGAHBAN, B., FONYO, C., CAMPBELL, K.L. et.al. (1996):

LOADS: A GIS-Based Decision Support System for Regional Environmental Planning. In: GOODCHILD, M.F., STEYAERT, L.T., PARKS, B.O. et. al. (Ed.): GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues. Fort Collins, 277-282.

OPENSHAW, S. (1993):
Some Suggestions Concerning the Development of Artificial Intelligence Tools for Spatial Modelling and Analysis in GIS. In: FISCHER, M. und NIJKAMP, P. (Ed.): Geographic Information Systems, Spatial Modelling and Policy Evaluation. Vienna. 17-35.

OZERNOY, V.M. (1992):
Choosing The 'Best' Multiple Criteria Decision-Making Method. In: Information Systems and Operational Research. 30, 159-171.

PLACHTER, H. (1991):
Naturschutz. Stuttgart.

SPRAGUE, R.H.J. und WATSON, H.J. (Ed.) (1986):
Decision Support Systems. Putting Theory into Practice. London.

TURBAN, E. (1988):
Decision Support and Expert Systems. New York.

USHER, M.B. und ERZ, W. (Ed.) (1994):
Erfassen und Bewerten im Naturschutz. Heidelberg.

Anschrift der Verfasserin:

Marion Czeranka
ISPA, Hochschule Vechta
Postfach 1553
49364 Vechta

Die Fachinformationssysteme Forst, Grün und Naturschutz im Hamburger Umweltinformationssystem HUIS

Klaus GREVE und Michael HEISS

1 Einleitung

Das Projekt Hamburger Umweltinformationssystem (HUIS) reiht sich ein in die Bemühungen vieler Länder und größerer Kommunen, umfassende, modulare, fachaufgaben- und medienübergreifende Umweltinformationssysteme (UIS) aufzubauen (PAGE, HÄUSLEIN, MACK 1996). Dabei geht es weniger darum, mehr oder bessere Daten zu erheben, als das Nutzungspotential der vielfältigen, in der Umweltverwaltung verfügbaren Informationen besser auszuschöpfen. Aufgaben der Umweltüberwachung, -planung und -gestaltung erfordern umfangreiche und komplexe Informationen.

Die Umweltverwaltungen haben sehr mächtige EDV-Systeme zur Verarbeitung der anfallenden Daten aufgebaut. Meist entstanden die DV-Systeme im engen fachbezogenen Kontext. Die Mehrzahl der Systeme diente anfangs der Bestandsaufnahme (Umweltkataster) und der Grenz- oder Normwertüberwachung. Entsprechend den vielfältigen Aufgaben der Umweltverwaltung entstanden vielfältig verschiedene DV-Systeme. Die Folge: Umfangreiche Datenbestände mit hoher Komplexität und häufig nicht unerheblicher struktureller Heterogenität und Inkompatibilitäten.

Hier sollen modulare UIS-Konzepte für Abhilfe sorgen. Insbesondere gilt es, Transparenz über die vorhandenen Daten zu gewinnen, Informationsbestände kompatibel und kommunikationsfähig zu machen und zu aussagefähigen entscheidungs-, planungs- und diskursfähigen Indikatoren zu verdichten. Ziel ist die verbesserte Unterstützung der Kommunikation über umweltrelevante Tatbestände durch Ausschöpfung des Informationspotentials der Daten über die einzelne Fachaufgabe hinaus, verstanden als ein qualitativer Sprung von der automatisierten Datenverarbeitung isolierter Teilaufgaben zur vernetzten Informationsaufbereitung (PAGE, HÄUSLEIN, GREVE 1993).

Die Systemarchitektur und verschiedene Teilaspekte des HUIS sind in früheren AGIT-Tagungsbänden

sowie weiteren Beiträgen dokumentiert: Zum System- und Vorgehenskonzept (GREVE 1993, PAGE, HÄUSLEIN, GREVE 1993), zum Einsatz Geographischer Informationssysteme (Augstein, Greve 1994), zur Metadatenverarbeitung (GREVE, HÄUSLEIN 1994, GREVE 1995) und zum Berichtssystem/Digitalen Umweltatlas (GREVE, MAIER, SCHAPER 1995). Dieser Beitrag untersucht die Informationsverarbeitung im Rahmen von Fachaufgaben, die Integration von Fachverfahren und der im Rahmen von Fachaufgaben gewonnenen und benötigten Informationen in das HUIS und den Aufbau von Fachinformationssystemen für Aufgaben des Naturschutzes und der Landschaftspflege.

Den Hintergrund der Darstellungen bildet ein umfangreiches Projekt zur Informationsverarbeitung in den "grünen" Fachbereichen der Umweltbehörde Hamburg, dem Amt für Naturschutz und Landschaftspflege mit seinen Fachämtern für ökologische Forst- und Landwirtschaft*, Stadtgrün und Erholung** und dem Naturschutzamt.

Die Umweltbehörde betreibt dieses Projekt zusammen mit der Firma Land und System, Geo-Informationssysteme für die Umweltplanung GmbH, Bremen. Zuerst wurden im Rahmen einer tiefgehenden empirischen Analyse alle Fachaufgaben und ihre gegenwärtige DV-Unterstützung, Datenproduktion, Informationserfordernisse und Kommunikationsbeziehungen untersucht. Darauf aufbauend hat das Projekt die Instrumente und Strukturen der Informationsverarbeitung neu geordnet und ein Konzept zum Aufbau der Fachinformationssysteme Forst (FIS-F), Grün (FIS-G) und Naturschutz (FIS-N) im Rahmen des HUIS entwickelt.

Einen besonderen Schwerpunkt beim Aufbau dieser Fachinformationssysteme bildet die Implementierung raumbezogener Auskunft- und Analyseinstrumente mittels Geographischer Informationssysteme (GIS): Dieses Ergebnis verwundert nicht. Zum einen gehört der überwiegende Teil der Fachaufgaben in Naturschutz und Landschaftspflege in den Kontext flächenbezogener Überwachungs- und Pla-

Früher: Landesforstverwaltung
Früher: Garten- und Friedhofsamt

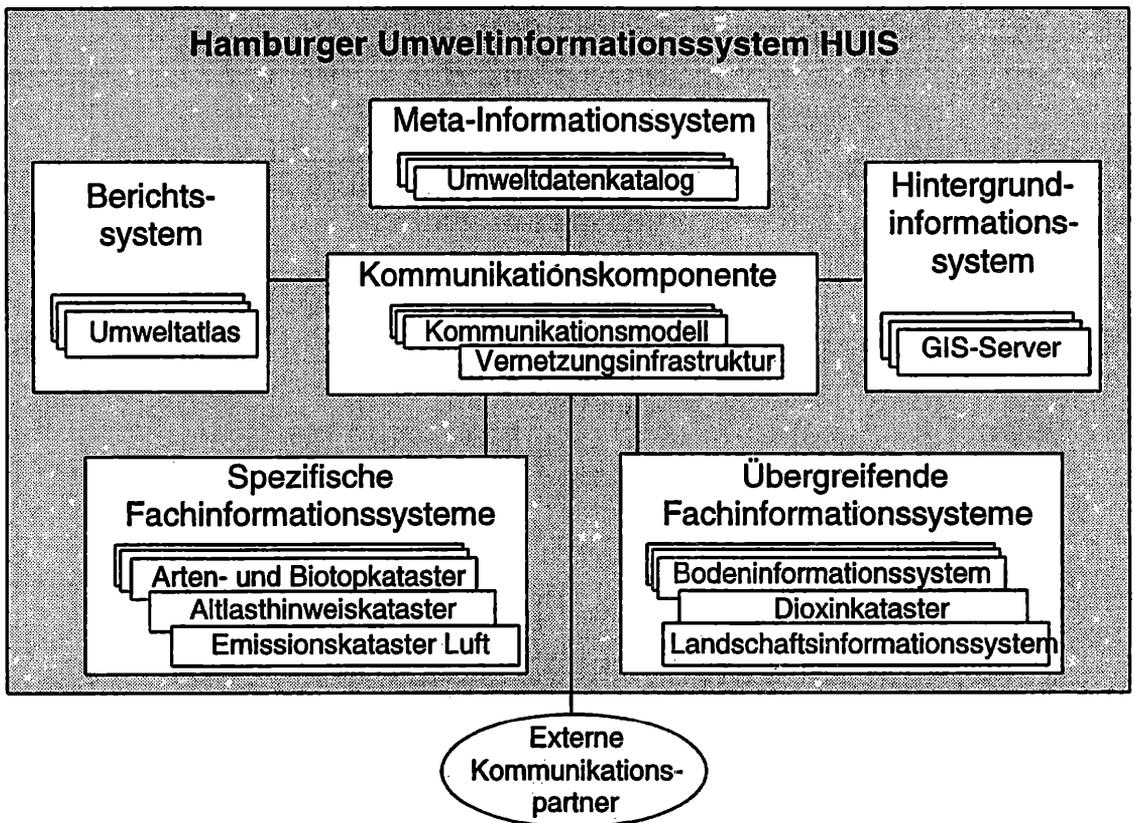


Abbildung 1

Aufbau des Hamburger Umweltinformationssystems (HUIS). Aus PAGE, HÄUSLEIN, GREVE 1993.

nungsaufgaben, werden praktisch alle bearbeiteten Daten langfristig mittels Karten und Pläne kommuniziert. Zum anderen bildet die Integration von Methoden der raumbezogenen Informationsverarbeitung in vorhandene DV-Systeme und der Aufbau neuer Fachinformationssysteme auf der Basis von GIS einen wesentlichen Motor der gegenwärtigen UIS-Entwicklung (SEGELKE 1993, GÜNTHER, SCHULZ, SEGELKE 1992).

2 Die Rolle der Fachinformationssysteme im modularen Aufbau des HUIS

Das Hamburger Umweltinformationssystem ist ein modulares System, ein Projektverbund aus verschiedenen im wesentlichen selbständigen, in ihrer Technik heterogenen, aber zusammenwirkenden, kompatiblen Informationssystemen. Das Gesamtsystem besteht aus Komponenten, die ebenfalls modular aufgebaut sind und eigenständige Informationssysteme, DV-Verfahren und Infrastrukturelemente integrieren. Der modulare Aufbau des Systems erlaubt eine schrittweise Realisierung unter Verwendung bereits vorhandener Verarbeitungsverfahren, Daten und Infrastruktur. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Komponenten des HUIS, ihre Aufgaben und den Realisierungsstand:

Die Basis des HUIS bilden die Fachinformationssysteme. Hier findet der größte Teil der umweltbezogenen Datenverarbeitung statt. Zu unterscheiden sind spezifische Fachinformationssysteme oder Fachverfahren und übergreifende Fachinformationssysteme. Die spezifischen Fachinformationssysteme oder Fachverfahren dienen der Unterstützung von konkreten Fachaufgaben. Hier werden die umweltrelevanten Tatbestände erfaßt und zu Daten diskretisiert. Alle anderen Komponenten dienen der Weiterverarbeitung dieser Daten oder der Unterstützung der spezifischen Fachinformationssysteme durch Hintergrund-, Berichts- und Metainformationssysteme. Beispiele für spezifische Fachinformationssysteme oder Fachverfahren sind: Die Meßnetze, das Arten- und Biotopkataster, das Altlastenhinweiskataster oder das Straßenbaumkataster.

Übergreifende Fachinformationssysteme dienen ebenfalls der Informationsverarbeitung im Fachzusammenhang, allerdings auf höherem Aggregationsniveau als bei den spezifischen Fachinformationssystemen. Sie bilden kleine, fachbereichsspezifische UIS. Sie bestehen in der Regel aus mehreren Komponenten und dienen dazu, Daten aus verschiedenen spezifischen Fachinformationssystemen zusammenzuführen, die Informationsverarbeitung zu harmonisieren und die Daten zu kommunikations- und planungsrelevanten Indikatoren zusammenzu-

Tabelle 1

Die Komponenten des Hamburger Umwelteinformationssystems. ((Digitaler Umweltatlas siehe <http://www.hamburg.de>)

Komponente	Aufgabe	Realisierungsstand
Kommunikation-komponente	Sicherstellung des Daten- und Informations-austausches (technisch und inhaltlich).	Ausbaustufe 1, leistungsfähige Netzinfrastruktur ist realisiert.
Metainformationssystem (Umweltdatenkatalog)	Aufbau eines Informationssystems, das Informationen über die im System verfügbaren Informationen enthält und die Recherche in Informationsbeständen unterstützt.	Mitarbeit im Projektverbund Umweltdatenkatalog; erste Datenerhebung abgeschlossen, Realisierung eines ersten Prototypens läuft.
Berichtssystem	Bereitstellung aggregierter, besonders aussagefähiger Information zur Kommunikation mit verschiedenen Zielgruppen. Übernimmt im HUIS auch Teilfunktionen eines Führungsinformationssystems.	Teilprojekt 1: Digitaler Umweltatlas Hamburg ³ ist als Prototyp realisiert.
Hintergrund-informationssystem	Bereitstellung von Informationen ohne konkreten Umweltbezug, die bei der Verarbeitung von Umweltdaten benötigt werden (Grenzwerte, Stoffdaten, digitale Kartengrundlagen).	Teilschritt 1, "GIS-Server" - Aufbau einer Basisinfrastruktur bestehend aus GIS-Funktionen basierend auf ARC/INFO - ArcView, flächendeckenden digitalen Basiskartenwerken und Vernetzung ist abgeschlossen.
Spezifische Fachinformationssysteme	Unterstützung konkreter Fachaufgaben, Erhebung umweltrelevanter Daten.	Vielfältig vorhanden; werden regelmäßig erneuert und überarbeitet.
Übergreifende Fachinformationssysteme	Unterstützen den Datenaustausch zwischen den fachspezifischen FIS untereinander und den anderen Komponenten, aggregieren Daten bereicherspezifisch zu aussagefähigen Indikatoren.	Tw. vorhanden, tw. in Realisierung, tw. in Planung.

fassen.Übergreifende Fachinformationssysteme stellen damit fachbereichsspezifische Knoten der Informationsverarbeitung in einem UIS dar. Beispiele für übergreifende Fachinformationssysteme sind das Bodeninformationssystem, das Labordatenverarbeitungssystem und die unten näher dargestellten Fachinformationssysteme Forst, Grün und Naturschutz.

3 Das Konzept der Fachinformationssysteme Forsten, Grün und Naturschutz

Vier Phasen strukturieren den Aufbau der Fachinformationssysteme Forsten (kurz: FIS-F), Grün (FIS-G) und Naturschutz (FIS-N):Grobkonzept (Phase 1), Feinkonzept (Phase 2), Vorschläge zur Arbeitsorganisation (Phase 3) und Maßnahmenplan (Phase 4). Im Grobkonzept wird der derzeitige Stand und die Effizienz der Datenverarbeitung in den Fachämtern aufgezeigt. Es wurde untersucht, welche Möglichkeiten der EDV-Einsatz zum Aufbau der Fachinformationssysteme (FIS) bietet, welche Voraussetzungen hierzu notwendig und welche generellen Auswirkungen zu erwarten sind. Das Feinkonzept legt die fachliche und DV-technische Basis für den Aufbau der FIS und konkretisiert das Grobkonzept im Hinblick auf Möglichkeiten und Voraussetzungen des EDV-Einsatzes. Die in der 3. Phase erarbeiteten Vorschläge zur Arbeitsorganisation betreffen die Konfiguration Graphischer Arbeitsplätze und den darauf abgestimmten Personal-

und Qualifizierungsbedarf. Schließlich wurde in einem zweistufigen Maßnahmenplan aufgezeigt, welche Arbeitsschritte und Investitionen notwendig sind, um die im Konzept beschriebenen fachlichen, technischen und arbeitsorganisatorischen Lösungsansätze schrittweise umzusetzen.

3.1 Fachaufgaben und Informationsverarbeitung in den "grünen Fachämtern" der Umweltbehörde Hamburg

Das Amt für Naturschutz und Landschaftspflege (Amt -C-) mit seinen Fachämtern Ökologische Forst- und Landwirtschaft (-F-), Stadtgrün und Erholung (-G-) und das Naturschutzamt (-N-).umfaßt etwa 140 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, davon ca. 90 Büroarbeitsplätze. Das Fachamt -F- verfolgt als oberstes Ziel, den Wald als naturnahe Vegetationsform zu erhalten, zu entwickeln und zu vermehren, einen gesunden und artenreichen Wildbestand zu erhalten und zu fördern sowie die Umstellung der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen auf alternative, die Natur möglichst gering belastende Wirtschaftsformen. Aufgabe des Fachamtes -G- ist die Versorgung der Stadt mit ausreichend Grün-, Spiel-, Sport- und Friedhofsflächen sowie Kleingartenanlagen für die Freizeit und Erholung. Das Naturschutzamt nimmt ministerielle Aufgaben des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Hamburg wahr.

Tabelle 2

Problembereiche in der derzeitigen Informationsverarbeitung und Lösungsansätze

Problembereiche	Lösungsansätze
Es fehlt ein systematischer Überblick über die zur Aufgabebearbeitung vorhandenen und benötigten Datenbestände, ihre Qualität und Verfügbarkeit, sodaß die Informationsnachfrage nicht richtig eingeschätzt werden kann bzw. BenutzerInnenwünsche schwer zu koordinieren sind. Dies führt zu Problemen bei der Datenakquisition (z.B. bei der Festlegung von Prioritäten bei der Vergabe von Gutachten) und erschwert den Zugriff auf bereits vorhandene Daten und Informationen.	Aufbau und Auswertung eines DV-gestützten Datenkataloges. Dadurch systematischer Überblick über die Aufgaben der Fachämter und die zur Bearbeitung dieser Aufgaben benötigten und produzierten Daten. Ausbau des Datenkataloges zu einem graphischen "Dokumentations- und Auskunftssystem" zur Unterstützung von Steuerungs- und Planungsaufgaben.
Ein großer Teil der umweltrelevanten Datenbestände hat einen konkreten Raumbezug. Derzeit liegen große Teile dieser Fachdaten nur analog (in Form von Gutachten, Karten, Luftbildern etc.) vor. So sind z.B. Karten und Pläne oft nicht auf dem neuesten Stand, eine Verknüpfung verschiedener Kartenebenen ist technisch aufwendig und unflexibel. Deshalb beschränken sich Auswertungen in vielen Fällen auf die Analyse der Sachdaten, wodurch flächenscharfe Aussagen erschwert werden oder unterbleiben.	Einsatz von Geo-Informationssystemen zur Übernahme der analogen Datenbestände in GIS-Datenbestände (räumlich/thematisch). Dadurch vielfältige Möglichkeiten zur raumbezogenen, flächenscharfen Datenanalyse sowie flexible und kostengünstige Präsentation der Ergebnisse. Zusammenführen der Fachdaten zu einem zentralen Datenbestand; hier technischer und fachlich-inhaltlicher Abgleich.
Schon heute sind dringend benötigte Daten und Informationen aufgrund der mangelhaften Kommunikationsmöglichkeiten innerhalb des Amtes -C- bzw. zwischen dem Amt und anderen Dienststellen schwierig zu beschaffen, da für einen reibungslosen Datenaustausch die technischen und organisatorischen Voraussetzungen bislang fehlen oder gerade erst aufgebaut wurden.	Standardisierung des Datenaustausches durch Einsatz geeigneter Schnittstellenprogramme. Erstellen von Anforderungsprofilen zur Übernahme der benötigten externen Daten bzw. zur Abgabe von im Amt -C- erzeugten Datenbestände an interessierte Dienststellen und Institutionen.

Die Ergebnisse der Ist-Analyse wurden in einem "Datenkatalog" zusammengefaßt, der einen systematischen Überblick über die Aufgaben der Fachämter und die zur Bearbeitung dieser Aufgaben benötigten und produzierten Daten liefert. Um die Auswertung der umfangreichen Informationen zu erleichtern und ihre effektive Fortführung sicherzustellen, wurde der Datenkatalog als Datenbankanwendung konzipiert, auf die alle MitarbeiterInnen des Amtes von ihrem PC-Arbeitsplatz aus zugreifen können. Insgesamt wurden auf diese Weise 151 Aufgaben erfaßt. Für jede Aufgabe wurde anschließend ein Profil erstellt, das die Möglichkeiten, Voraussetzungen und Auswirkungen des EDV-Einsatzes im Rahmen der Fachinformationssysteme charakterisiert. Nach Auswertung des Datenkataloges konnten die Defizite in der derzeitigen Informationsverarbeitung in den Fachämtern herausgearbeitet werden. Tabelle 2 beschreibt die wesentlichen Problembereiche und benennt Lösungsansätze, die im Aufbau der Fachinformationssysteme gesehen werden.

Um einschätzen zu können, in welchem Maße die Aufgabebearbeitung durch den Aufbau von Fachinformationssystemen verbessert werden kann, wurden die EDV-Einsatzprofile für die 151 Aufgaben im Datenkatalog gezielt ausgewertet. Abbildung 2 zeigt im Überblick, wo eine Optimierung der

Aufgabebearbeitung durch den EDV-Einsatz zu erwarten ist.

Es stellte sich heraus, daß ca. 50 % der Aufgaben in den Fachämtern eine hohe Eignung für den Einsatz von GIS aufweisen. Diese typischen "GIS-Aufgaben" lassen sich grob in zwei Gruppen teilen. Erstens in Aufgaben, in denen raumbezogene Kataster bzw. Kartenwerke aufgebaut und gepflegt werden müssen (z.B. Jagd- und Wildschutzkataster, Waldbiotopkartierung, Waldfunktionskarten, Grünplan, Straßenbaumkataster, Vegetationstypenkataster, Parkbodenkataster, Parkteichkataster, Biotopkataster, Extensivierungsprogramm, Pflege- und Entwicklungspläne). Dies deutet auf die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung spezifischer Fachanwendungen in den FIS hin. Zweitens in querschnittsorientierte Aufgabenstellungen, die auf eine Vielzahl von räumlich / thematischen Datenbeständen zugreifen müssen, die z.T. von den oben genannten Katastern geliefert werden (z.B. Beteiligung an Planungen anderer Träger, Stellungnahmen zur Bauleit-, Landschaftplanung, Grünflächenversorgung / Grünflächenplanung, Mitwirkung bei Befreiung zum Baurecht, Bearbeitung von Verfahren der UVP / Eingriffsregelung, Monitoring von Maßnahmen in Schutzgebieten).

Diese Möglichkeiten lassen sich nur dann wirkungsvoll ausschöpfen, wenn die entsprechenden

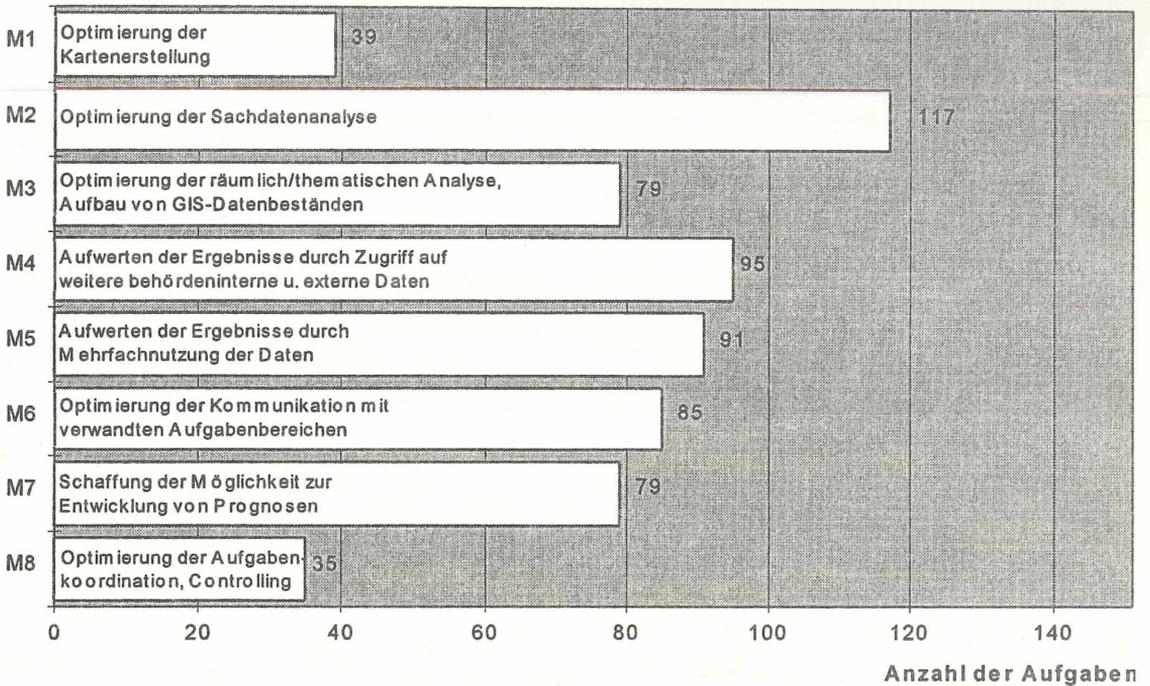


Abbildung 2

Häufigkeitsdiagramm zur Darstellung des Potentials das im EDV-Einsatz zur Bearbeitung der Aufgaben im Amt -C- gesehen wird.

fachlichen und DV-technischen Voraussetzungen erfüllt werden können. Basierend auf der derzeitigen EDV-Ausstattung im Amt (Hardware und Software) und dem Stand der digitalen Datenhaltung wurde deshalb anschließend untersucht, welche Voraussetzungen zur effektiven Umsetzung der oben genannten Möglichkeiten erfüllt sein müssen. Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse nach Auswertung der EDV-Einsatzprofile im Überblick.

Die im Grobkonzept durchgeführte Ist-Analyse hat deutlich gemacht, wo die Defizite in der derzeitigen Informationsverarbeitung in den drei Fachämtern liegen.

Der Aufbau von Fachinformationssystemen und der damit verbundene Einsatz moderner Datenverarbeitungs- und Kommunikationstechniken sowie eine darauf abgestimmte Arbeitsorganisation in den Fachämtern ist geeignet, die Aufgabenbearbeitung kurzfristig dort zu unterstützen, wo heute Engpässe zu verzeichnen sind. Mittelfristig ist durch den Aufbau der FIS eine qualitativ hochwertige Arbeit unter optimaler Ausnutzung der vorhandenen personellen und finanziellen Rahmenbedingungen zu erwarten. Die durch den Aufbau der FIS angestrebte Zentralisierung der Datenhaltung und die damit einhergehende Standardisierung des Informationsaustausches führt darüberhinaus zu einer Zeitersparnis, die gezielt zur Optimierung der Datenanalyse bzw. zur Verbesserung der Ergebnispräsentation eingesetzt werden kann.

3.2 Struktureller Aufbau der Fachinformationssysteme

Das Feinkonzept beschreibt den strukturellen Aufbau der Fachinformationssysteme. Zu diesem Zweck wurde zunächst untersucht, welche Schnittstellen für den Datenaustausch im FIS von Bedeutung sind und wie sich externe Daten in die FIS integrieren lassen. Dies betraf insbesondere die digitalen topographischen Daten der Vermessung, für die im Amt eine große Nachfrage zu verzeichnen ist. Es wurden Anforderungsprofile erstellt, um die Übergabe und Haltung dieser für die gesamte Umweltbehörde wichtigen Hintergrunddaten zu definieren. Ferner wurde untersucht, wie der Datenaustausch mit der Stadtentwicklungsbehörde (STEB) und den Hamburger Bezirken in Zukunft organisiert werden muß.

Anschließend wurde die Struktur der Fachdaten und die zwischen ihnen stattfindenden Datenflüsse analysiert, um ein FIS-Datenmodell zu entwerfen. In Bezug auf die zukünftige Datenhaltung läßt sich die Informationsverarbeitung in den Fachämtern generell in zwei Gruppen aufteilen. Zum einen in Aufgaben, deren primäres Ziel der Aufbau, die Pflege und Fortführung sowie die Auswertung von Fachdatenbeständen ist und die im FIS zentral zur Verfügung stehen müssen. Sie speisen einen zentralen GIS- und Datenbankserver im Amt -C-. Der zentrale GIS- und Datenbankserver besteht aus einem (oder mehreren) leistungsfähigen Rechner(n), auf

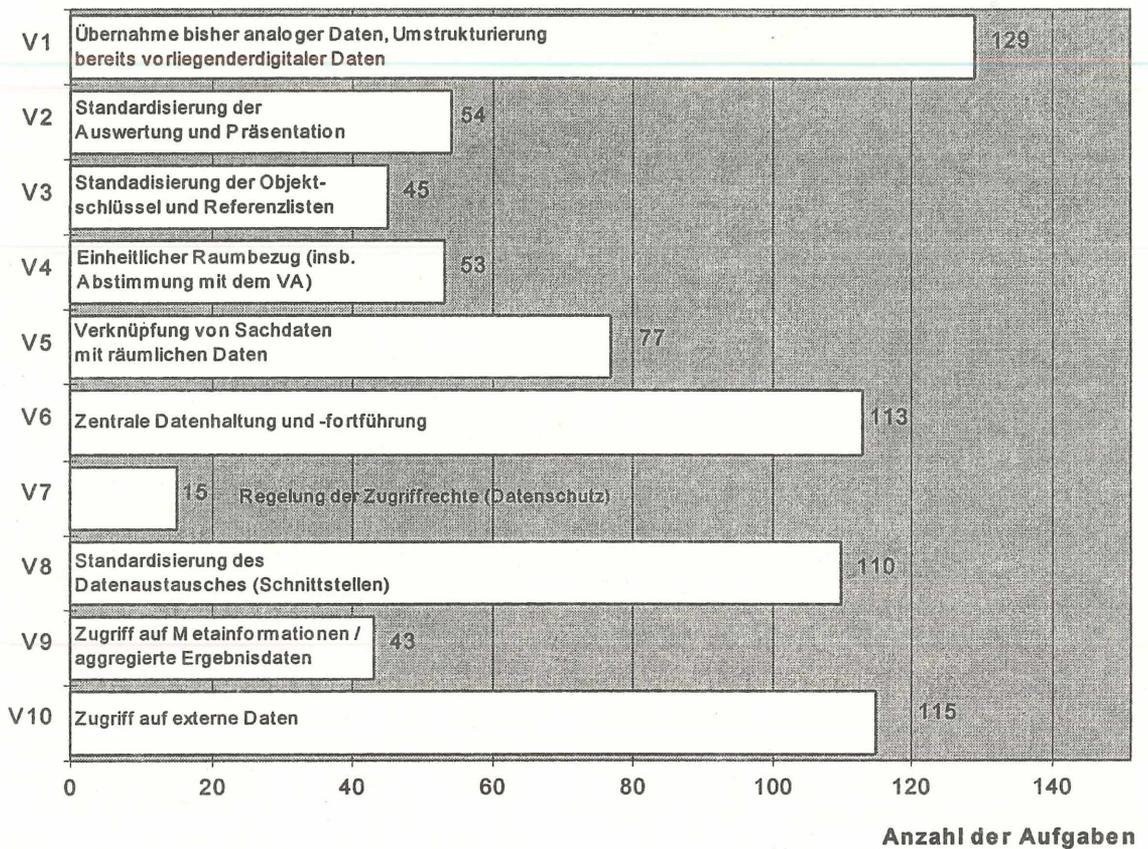


Abbildung 3

Häufigkeitsdiagramm zur Darstellung der Voraussetzungen zur effizienten Umsetzung des EDV-Potentials im Amt -C-

dem die GIS- und Datenbankssoftware installiert ist. Angesichts der knappen personellen und finanziellen Ressourcen des Amtes wird vorerst kein "eigener" Server aufgebaut, sondern der gut ausgebaute, zentrale GIS-Server der Umweltbehörde (HUIS-GIS-Server) verwendet. Auf diesem Rechner werden die fachlich freigegebenen Datenbestände aus den Fachämtern zusammengeführt, zentral verwaltet und ausgewertet. Zum anderen gibt es Aufgaben des Verwaltungshandelns, die auf diese einzelnen Fachdatenbestände bzw. auf den GIS- und Datenbankservers zugreifen, anschließend die erhaltenen Daten für ihre Zwecke auswerten und die so erzeugten Ergebnisse anderen Stellen (Organisationseinheiten in der Hamburger Verwaltung) bzw. Dritten zur Verfügung stellen. Den auf diese Aufgabenteilung zugeschnittenen Aufbau der Fachinformationssysteme zeigt die Abbildung 4.

Zum Aufbau der Fachdatenbestände werden raumbezogene und thematische Daten in den Fachämtern -F-, -G- und -N- selbst erzeugt bzw. von zuliefernden Stellen und Dritten (z.B. Gutachtern) übernommen. Die fachliche Prüfung, Pflege und Fortführung dieser Daten obliegt der jeweiligen Stelle im Fachamt. Die fachlich freigegebenen Daten werden unter Wahrnehmung datenschutzrechtlicher Vorschriften,

ggf. in anonymisierter Form, in regelmäßigen Abständen an den GIS- und Datenbankservers im Amt -C- abgegeben, wo sie zentral vorgehalten und analysiert werden. Jedes Fachamt bleibt für die Pflege und Fortführung seiner Fachdatenbestände selbst verantwortlich. Auf dem Server findet der technische Austausch und der fachliche Abgleich der Fachdatenbestände untereinander statt.

Aus diesem zentralen Datenbestand werden über geeignete Schnittstellen die erforderlichen Daten mit dem HUIS-Metainformationssystem sowie mit anderen Ämtern und Behörden ausgetauscht. Zur Aufgabenwahrnehmung gestattet der GIS- und Datenbankservers einen Zugriff auf die Fachdaten. Dieser Zugriff erfolgt entweder direkt oder nachdem die angeforderten Fachdaten im Sinne einer Dienstleistung mit dafür geeigneten GIS- und Datenbankfunktionen aufbereitet wurden. Fachdaten, die nicht zentral vorgehalten werden, können direkt aus den Fachdatenbeständen abgefragt werden.

Ein Beispiel soll diesen Aufbau erläutern. Das Biotopkataster wird als Fachdatenbestand im Fachamt -N- aufgebaut, gepflegt und fortgeführt. Die fachlich freigegebenen Daten aus dem Kataster werden in regelmäßigen Abständen an den zentralen Server des Amtes -C- abgegeben, wo sie von einer

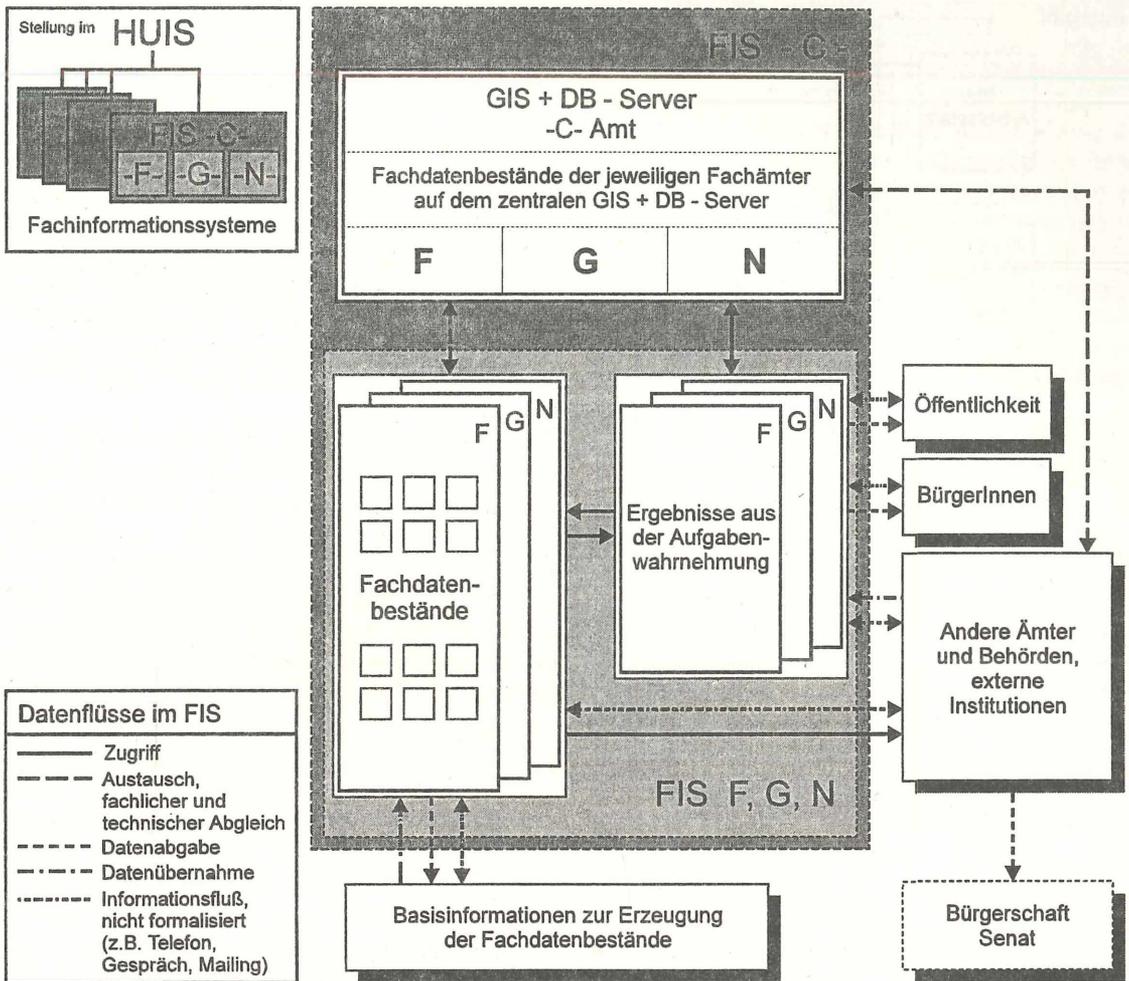


Abbildung 4

Genereller Aufbau der Fachinformationssysteme, Datenflüsse und Datenhaltung

Fachkraft aus dem Fachamt -N- gepflegt und ausgewertet werden. Da diese Person die GIS- und Datenbanksoftware ihres Fachamtes betreut (als "GIS-/DB-BetreuerIn"), wird sichergestellt, daß technisches und fachliches Wissen in einer Hand liegen. In gleicher Weise werden die Fachdatenbestände der Ämter -F- und -G- von ihren GIS/DB-BetreuerInnen betreut.

Auf dem Server findet der technische und fachliche Austausch und Abgleich des Biotopkatasters mit relevanten Fachdaten anderer Fachämter (z.B. Waldbiotopkartierung, Vegetationstypen aus dem Parkkataster) bzw. weiterer Stellen wie dem Vermessungsamt (zur Abstimmung mit Flächengrenzen aus der Digitalen Stadtgrundkarte) oder STEB (zur Abstimmung mit dem Landschaftsprogramm u.s.w.) statt. Auf diesen aktuellen, technisch und fachlich konsistenten Fachdatenbestand Biotopkataster können alle interessierte Stellen zugreifen. So kann z.B. zur Erarbeitung einer Stellungnahme ein räumlich exakt definierter Ausschnitt aus dem Biotopkataster angefordert und direkt am Arbeitsplatz des Sachbearbeiters/der Sachbearbeiterin dar-

gestellt, ausgewertet und ausgedruckt werden. SachbearbeiterInnen, die zur Erledigung ihrer Aufgaben in Zukunft auf die Fachdaten des GIS-/DB-Servers zugreifen und die hier angebotenen Anwendungen nutzen, sind die sogenannten FachanwenderInnen im FIS.

Wenn der direkte Zugriff auf den zentralen Datenbestand zur Erledigung der jeweiligen Aufgabe nicht ausreicht, müssen die FachanwenderInnen ihre speziellen Anforderungen an ihre/n GIS-/DB-BetreuerIn definieren. Auf dem Server werden dann die Fachdaten von der/m BetreuerIn der Anforderung entsprechend aufbereitet und ausgewertet. Zu diesem Zweck nutzt der/die GIS-/DB-BetreuerIn die Funktionen der GIS- und Datenbanksoftware.

Die Pflicht zum Aufbau, Pflege, Fortführung und Auswertung von Fachdatenbeständen basiert i.d.R. auf entsprechenden gesetzlichen Aufträgen (z.B. Arten- und Biotopschutz §§ 3, 25 HmbNatSchG). Die vorgehaltenen Datenbestände schaffen die fachlich fundierte Informationsbasis zur Unterstützung der Verwaltungsaufgaben, die sich aus Sicht

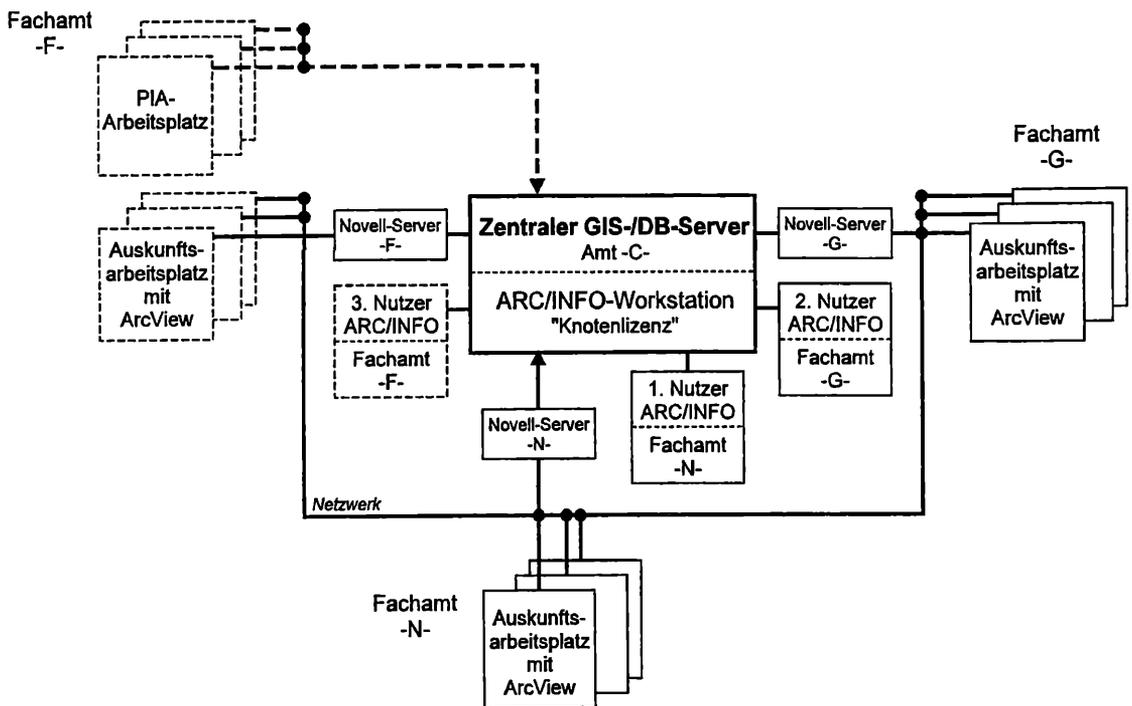


Abbildung 5
Konfiguration der graphischen Arbeitsplätze

der Datenmodellierung in bestimmte Schwerpunkte gruppieren lassen (z.B. Erstellen von Konzepten; Planung und Durchführung von Programmen; Gesetzlich begründetes Verwaltungshandeln; Erarbeiten von Stellungnahmen). Die hier erarbeiteten Ergebnisse werden an die Öffentlichkeit, BürgerInnen, andere Ämter, Behörden und externe Institutionen und (indirekt) an Bürgerschaft und Senat weitergegeben und fließen in die Bereiche Haushalts- und Finanzplanung und Aufgabenkoordination / Controlling ein.

Da im FIS-Datenmodell eine transparente und klare Strukturierung der geometrischen und thematischen Objekte durchgeführt wird, ist es notwendig, für jeden Datenbestand, der auf dem zentralen GIS-/DB-Server eingerichtet werden soll, ein solches Modell nach einem einheitlichen Muster aufzustellen.

Dies gilt vor allem für die GIS-Datenbestände, die sich derzeit im Aufbau befinden ("Jagd- und Wildschutzkataster", "Grünplan", "Parkkataster", "Straßenbaumkataster", "Kleingartenkataster", "Biotopkataster", "Schutzgebietskataster" und "Artenkataster"). Für die bereits bestehenden Datenbestände "Forsteinrichtung/Waldbiotopkartierung" und "Standortkartierung (Forst)" sind die Datenmodelle vor Einrichtung auf dem zentralen Server zu sichten und ggf. zu überarbeiten. Im Konzept wurde ein Muster zur Strukturierung der geometrischen und thematischen Objekte in den aufzubauenden GIS-Datenbeständen entwickelt.

3.3 Konfiguration der Graphischen Arbeitsplätze, Personal- und Qualifizierungsbedarf

Die Analyse der Haltung und Organisation der Daten im Feinkonzept hat deutlich gezeigt, daß für den Aufbau der FIS in den Fachämtern die Einrichtung entsprechender Graphischer Arbeitsplätze notwendig ist. Die zentrale Verwaltung und Auswertung der Fachdatenbestände durch die GIS-/DB-BetreuerInnen und die Nutzung dieser Daten durch die FachanwenderInnen erfordert einen auf diese Arbeitsteilung hin abgestimmten Personal- und Qualifizierungsbedarf. Deshalb wurde eine Arbeitsplatzkonfiguration erarbeitet, die diesen Anforderungen Rechnung trägt. Die Fachämter -G- und -N- haben sich für den Einsatz des Systems ARC/INFO (Hersteller ESRI) als GIS-Software entschieden. Sie setzen damit die Entscheidung der Umweltbehörde für das ARC/INFO-GIS um. Beim Fachamt -F- ist seit 1988 das System PIA (Hersteller FORSTWARE) im Einsatz. Um die Entscheidung für die Beibehaltung des PIA oder für die Nutzung des Systems ARC/INFO in allen drei Fachämtern auf eine fundierte Basis zu stellen, wurde die bestehende PIA-Anwendung im Fachamt -F- gründlich untersucht und die Argumente für und wider erörtert.

Die Graphischen Arbeitsplätze in den FIS sind so zu konfigurieren, daß sie die Verwaltung und Auswertung der Fachdatenbestände auf dem zentralen GIS-/DB-Server unterstützen und einen direkten

und flexiblen Zugriff auf diese Daten zur Aufgabebearbeitung erlauben. Die Hardware- und Softwareausstattung ist auf diese Anforderungen hin abzustimmen. Deshalb wurde folgende Konfiguration vorgeschlagen (vgl. Abbildung 5).

Auf dem zentralen GIS-/DB-Server wird ARC/INFO installiert und zwar als sogenannte "Knoten-Lizenz" (vorbehaltlich der Entscheidung für oder wider ARC/INFO im Fachamt -F-). Dies bedeutet, daß 3 GIS-/DB-BetreuerInnen gleichzeitig mit ARC/INFO arbeiten können. ARC/INFO wird auf einer leistungsfähigen Workstation (Betriebssystem UNIX) installiert. Um den GIS-/DB-BetreuerInnen die Arbeit mit dem ARC/INFO-System unabhängig vom Standort der Workstation zu erlauben, können entsprechend ausgestattete PCs in den Fachämtern über eine sogenannte X-Emulation mit der Workstation verbunden werden. Die GIS-/DB-BetreuerInnen sind an ihren ARC/INFO-Arbeitsplätzen für den Aufbau, Abgleich und Austausch der Fachdatenbestände zuständig. Dies setzt eine intensive Kommunikation mit den Stellen in den Fachämtern voraus, deren Aufgabe es ist, diese Fachdatenbestände zu erzeugen und zu pflegen. Zum anderen müssen alle MitarbeiterInnen, die die Fachdatenbestände zur Aufgabebearbeitung benötigen, einen direkten Zugriff auf den zentralen GIS-/DB-Server haben. Deshalb wurde für die Arbeitsplätze dieser FachanwenderInnen folgende Konfiguration vorgeschlagen:

Ausstattung der PCs mit dem GIS-Auskunftssystem ArcView (vorbehaltlich der Entscheidung für oder wider ARC/INFO im Fachamt -F-). Das System ArcView gestattet einen direkten Zugriff auf die Fachdatenbestände, die im ARC/INFO-Format auf dem GIS-/DB-Server liegen. Es erlaubt die Visualisierung, räumliche und thematische Analyse sowie eine ansprechende Präsentation (z.B. in Form von farbigen Karten) der angeforderten Fachdaten. Jeder Auskunftsarbeitsplatz ist über das Netzwerk mit dem Server verbunden.

Neben dem Aufbau des zentralen GIS-/DB-Servers kann es abhängig von der zu unterstützenden Fachanwendung sinnvoll sein, Sachdaten eines Fachdatenbestandes in einem DBVS vorzuhalten und gezielt mit der jeweiligen Geometrie zu verknüpfen. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn die beschreibenden Daten komplexe Strukturen haben und eine getrennte Haltung von Graphik und Sachdaten gewünscht ist. Da in der Umweltbehörde der Einsatz des DBVS ACCESS unterstützt wird, wurden die Leistungsmerkmale dieser Software untersucht und die Verwendung von ACCESS bei größeren und komplexen Datenmengen als Frontend für einen SQL-Server - zum Aufbau von Fachdatenbanken in den FIS empfohlen. Nach Möglichkeit sollte zum Aufbau von Fachdatenbeständen in den FIS auf die Verwendung von vielen verschiedenen Softwareprodukten verzichtet werden. Werden unterschiedliche DBVS eingesetzt, so muß gewähr-

leistet sein, daß leistungsfähige Schnittstellen für den direkten Datenzugriff vorliegen.

Der schrittweise Aufbau der vorgeschlagenen Konfigurationen (GIS-/DB-Arbeitsplätze, Auskunftsarbeitsplätze) bedeutet eine klare Arbeitsteilung in den FIS. Die GIS-/DB-Arbeitsplätze, die mit dem zentralen Server verbunden sind, werden von den GIS-/DB-BetreuerInnen genutzt. Die von ihnen durchzuführenden Arbeiten setzen voraus, daß die GIS-/DB-BetreuerInnen sowohl über das notwendige technische Know-How verfügen sollten als auch fundiertes Fachwissen haben müssen, um die zwingend notwendige Kommunikation mit den FachanwenderInnen pflegen zu können. Erfahrungsgemäß ist es leichter, einer naturwissenschaftlich ausgebildeten Person über ein geeignetes Trainingsprogramm die technischen Kenntnisse zu vermitteln, als einen Techniker (z.B. Informatiker) so zu qualifizieren, daß er die notwendigen fachlich-wissenschaftlichen Grundlagen im ausreichenden Maße beherrscht. Es wurde deshalb empfohlen, zur Ausbildung der GIS-/DB-BetreuerInnen Personen aus den Fachämtern auszuwählen, die neben ihren Fachkenntnissen über ein technisches Grundverständnis verfügen und die vor allem bereit sind, sich in diesen neuen Aufgabenbereich mit Engagement einzuarbeiten. Die FachanwenderInnen arbeiten an den Auskunftsarbeitsplätzen. Sie erhalten einen direkten Zugriff auf die benötigten Fachdaten, um gemäß der zu bearbeitenden Aufgabe die ausgewählten Fachdaten am Graphischen Arbeitsplatz zu sichten, räumliche und thematische Auswertung durchzuführen und Listen, Tabellen, Statistiken und Karten zur Präsentation der Ergebnisse zu erstellen.

In der Tabelle 3 sind für die verschiedenen Tätigkeiten die Aufgabenbeschreibung, die technischen und fachlichen Anforderungsprofile und ein darauf abgestimmter Vorschlag für ein Trainingsprogramm zusammengestellt. Aus der beschriebenen Arbeitsteilung ergeben sich für das Amt -C- die folgenden Vorteile: Die zentrale Datenhaltung zwingt zur technischen und fachlichen Abstimmung der Fachdaten innerhalb der drei Fachämter. Defizite im Abgleich und Austausch der Daten werden frühzeitig erkannt und können entsprechend behoben werden. Alle Nutzer greifen auf denselben, fachlich freigegebenen Bestand an Fachdaten zu. Dadurch werden Auswertungen und Präsentationen untereinander vergleichbar, da sie sich auf Daten derselben Qualität und Aktualität beziehen. Durch die zentrale Datenhaltung der Fachdatenbestände entfällt mittelfristig (d.h. nach einer bestimmten Übergangszeit) die Haltung und Fortführung analoger Daten, Karten und Pläne. Dadurch werden an diese Tätigkeiten gebundene Arbeitskapazitäten freigestellt. Die Verantwortlichkeit für eine ordnungsgemäße Datenhaltung ist eindeutig geregelt (Aufgabenteilung zwischen GIS-/DB-BetreuerInnen und FachanwenderInnen). Andere Ämter in der UB und externe Interessenten haben in Bezug auf den Datenaustausch eine(n) verantwortlichen AnsprechpartnerIn.

Tabelle 3

Aufgabenbeschreibung, technische und fachliche Anforderungsprofile der FIS-Benutzer

BenutzerInnen-Typ	Aufgabenbeschreibung	Anforderungsprofil
Hardware- und Software-administratorIn (in Personalunion mit dem(r) GIS-/DB-BetreuerIn)	Betreiben der Workstation, der mit der Workstation vernetzten PCs, der Peripheriegeräte, des logischen Netzes (mit -A15-) und der GIS/DB-Software. Anwendungsprogrammierung. Pflege des "Dokumentations- und Auskunftssystems" einschließlich Datenkatalog.	Kenntnisse in der Systemadministration (UNIX, Netzwerk, Datensicherung, Benutzerverwaltung etc.). Kenntnisse in der GIS/DB-Administration, -Benutzung und -Programmierung (Systeme z.B. ARC/INFO, ArcView, PIA/Vista).
GIS- /DB-BetreuerIn	Betreiben der GIS- und DB-Software. Übernehmen, Pflegen und Fortführen der fachlich freigegebenen Datenbestände. Zusammenführen der Datenbestände auf dem Server, technischer und fachlicher Abgleich und Austausch. In Zusammenarbeit mit FachanwenderInnen Auswertung und Analyse auf Grundlage der Fachdatenbestände. Aufgreifen von Anregungen der FachanwenderInnen. Erarbeiten anwendungsspezifischer Lösungen (auch Programmierung).	Kenntnisse in den eingesetzten GIS (z.B. ARC/INFO, ArcView, PIA) und DB-Systemen (z.B. INFO, ACCESS, ORACLE, Forsteinrichtungsdatenbank etc.). Fundiertes Fachwissen zum Abgleich und Austausch der Fachdatenbestände und zur intensiven Kommunikation mit den FachanwenderInnen und anderen Ämtern der UB sowie externen Institutionen.
FachanwenderIn	Zugriff auf die Fachdaten auf dem zentralen Server. Sichten, Auswerten und Präsentieren der ausgewählten Daten am ArcView-Arbeitsplatz (PIA-Arbeitsplatz). Benutzen des "Dokumentations- und Auskunftssystems" einschließlich Datenkatalog. Formulieren fachspezifischer Anforderungen zur Aufgabenbearbeitung in Zusammenarbeit mit der(m) GIS/DB-BetreuerInnen.	Fachkenntnisse zur Aufgabenbearbeitung. Kenntnisse in ArcView (oder PIA). GIS/DB-Grundkenntnisse, um dem/der GIS/DB-BetreuerInnen die entsprechenden, fachlich freigegebenen räumlich-thematischen Fachdaten zuzuführen. GIS/DB-Grundkenntnisse zur Formulierung fachspezifischer Anforderungen an die GIS/DB-BetreuerInnen.

3.4 Maßnahmenplan zur praktischen Umsetzung des Konzeptes

Es wurde ein zweistufiger Maßnahmenplan aufgestellt, der aufzeigt, welche Arbeitsschritte und Investitionen notwendig sind, um die im Konzept beschriebenen fachlichen, technischen und arbeitsorganisatorischen Lösungsansätze schrittweise praktisch umzusetzen. Dieser Plan umfasst in der 1. Stufe Arbeitsschritte, die in den Jahren 1996 und 1997 zu realisieren sind. Es sind die folgenden - im Konzept detailliert dargelegten - Maßnahmenpakete:

1. Auf- und Ausbau der Fachdatenbestände.
2. Konsolidierung der Fachdatenbestände. Vorbereitende Arbeiten für den fachlichen und technischen Austausch und Abgleich der Daten auf dem zentralen GIS- und Datenbankserver.
3. Aus- und Aufbau der Hardware und Software, Schnittstellenentwicklung.
4. Technische Qualifizierung des Personals.
5. Entwicklung von Fachanwendungen.

Darauf aufbauend sollten in der 2. Stufe in den Jahren 1998 und 1999 die folgenden Maßnahmenpakete realisiert werden:

1. Zusammenführen der Fachdatenbestände. Fachlicher und technischer Austausch und Ab-

gleich der Daten auf dem zentralen GIS- und Datenbankserver.

2. Ausbau, Pflege und Fortführung der Fachdatenbestände.
3. Aus- der Hardware und Software, Schnittstellenentwicklung.
4. Technische Weiterqualifizierung des Personals.
5. Entwicklung von Fachanwendungen und Schnittstellen.

4 Literatur

AUGSTEIN, B. u. K. GREVE (1994):
Umweltanwendungen Geographischer Informationssysteme. Bausteine für einen Referenzrahmen. In: Angewandte Geographische Informationstechnologie VI. Beiträge zum GIS-Symposium 6.-8. Juli 1994, hrg. v. F. DOLLINGER u. J. STROBL, Salzburg (Salzburger Geographische Materialien 21), S. 19-28.

GREVE, K. (1993):
Vorüberlegungen zur Konzeption des Hamburger Umwelt-Informationssystem und der Integration von Elementen Geographischer Informationssysteme, in: Angewandte Geographische Informationstechnologie. V. Beiträge zum GIS-Symposium 7.-9. Juli 1993, hrg. v. F. DOLLINGER u. J. STROBL, Salzburg (Salzburger Geographische Materialien 20), S. 129-135.

GREVE, K (1995):

Metainformationssysteme und Umweltinformation.-
Thesen zum Stand von Forschung und Entwicklung . In:
Angewandte Geographische Informationstechnik VII.
Beiträge zum GIS-Symposium 5.-7. Juli 1995, hrg. v. F.
DOLLINGER u. J. STROBL, Salzburg (Salzburger Geo-
graphische Materialien 22, S. 207-212.

GREVE, K. u. A. HÄUSLEIN (1994):

Metainformation in Umweltinformationssystemen. In:
Informatik für den Umweltschutz. 8. Symposium, Hamburg
1994 Bd I, hrg. v. L. M. HILTHY u.a., Marburg, S.
169-178.

GREVE, K., MAIER, K. u. SCHAPER, M. (1995):

Digitaler Umweltatlas Hamburg 1995. Eine Anforderungs-
analyse. In: Raum und Zeit in Umweltinformationssy-
stemen. Space and Time in Environmental Informati-
ons Systems. 9th International Symposium on Computer
Science for Environmental Protection CSEP 95, hrg. v. H.
KREMERS u. W. PILLMANN, Marburg (Umwelt-Infor-
matik aktuell Bd 7), S. 517-524.

GÜNTHER, O., SCHULZ, K.P. u. SEGELKE, J. (1992):
Umweltanwendungen geographischer Informationssy-
steme, Karlsruhe, S. 3-14.

PAGE, B., HÄUSLEIN, A. u. GREVE, K. (1993):

Das Hamburger Umweltinformationssystem HUIS - Auf-
gabenstellung und Konzeption - Hrg. v. der Umweltbe-
hörde Hamburg, Projektgruppe HUIS, Hamburg.

PAGE, B., HÄUSLEIN, A. u. MACK, J. (1996):

Fortlaufende Bestandsaufnahme der UIS-Konzepte in
Bund und Ländern. Endbericht an den Bund-Länder-Ar-
beitskreis Umweltinformationssysteme über das Projekt,
Hamburg 1996 (unveröffentlicht). siehe auch [http://
www.informatik.uni-hamburg.de/ASI/ASI_Projekte/B
LAK_UIS/BLAK_UIS_home.htm](http://www.informatik.uni-hamburg.de/ASI/ASI_Projekte/BLAK_UIS/BLAK_UIS_home.htm)

SEGELKE, J. (1993):

Umweltanwendungen geographischer Informations-
systeme. Eine Herausforderung für Informatiker und
UIS-Architekten, in: Umwelt Technik Aktuell 4, H. 6, S.
451-461.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Klaus Greve
Geographische Institute der Universität Bonn
Meckenheimer Allee 166
53115 Bonn
Tel.: 0228/73-5596, Fax: 0228/73-7290

Dr. Michael Heiß
Fa. Land und System
Brahmstraße 3
28209 Bremen
Tel.: 0421/3478-926, Fax: 0421/3478-722

GIS-Einsatz im Natur- und Landschaftsschutz des BUWAL

Jürg SCHENKER und Tom KLINGL

Zusammenfassung

Im BUWAL wird seit September 1991 ein GIS operationell eingesetzt. Im Bereich des Natur- und Landschaftsschutz dient das System zur Erfassung und Verwaltung von Inventardaten sowie der nachvollziehbareren Abstützung von Entscheidungen im Rahmen von Bewilligungs- und Vernehmlassungsverfahren. Zu diesem Zweck wurde eine grosse Anzahl von Daten erfaßt und aufbereitet. I.d.R. handelt es sich hierbei um Bundesinventare (als Punkt- und Flächeninformationen), die unter das Natur- und Heimatschutzgesetz fallen, sowie weitere wissenschaftliche Datensätze mit Schwergewicht im floristischen und faunistischen Bereich. Um den Sachbearbeitern einen einfachen Zugang zu dieser Datenbasis zu ermöglichen, wurde mit der Applikation BUWIN eine Oberfläche geschaffen, die für den routinemäßigen ARC/INFO-Einsatz konzipiert ist. Hervorzuheben sind hier insbesondere rasche Abfragemöglichkeiten auf Kantons- und Gemeindeebene und in frei wählbaren Koordinatenschnitten. Die Datensätze der Servicestelle GEOSTAT vom Bundesamt für Statistik ermöglichen neben den Anwendungsgebieten von BUWIN weiterführende GIS-gestützte Analysen und Auswertungen auf nationaler Ebene. Mit diesen Datensätzen lassen sich potentielle Konflikte durch beeinträchtigende Nutzungsformen in Naturschutzinventaren darstellen. Weitere Anwendungsbeispiele sind modellhafte Darstellungen von Flächen, die aufgrund ungünstiger Erzeugungsbedingungen aus der landwirtschaftlichen Nutzung ausscheiden und für Verbundsysteme mit Bundesinventaren in Betracht kommen. Die Bestimmung des Nutzungszieles ist als normativer Vorgang zu verstehen, der durch die GIS-gestützte Modellierung an Transparenz gewinnt.

1 Ziele für die Einrichtung eines GIS

Die Hauptabteilung Natur- und Landschaftsschutz im Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) setzt seit September 1991 ein GIS für verschiedene Zwecke operationell ein. Im Rahmen der Evaluation des Systems wurden die folgenden Ziele als prioritär bezeichnet:

- Rationalisierung der Erhebung, Nachführung und Veröffentlichung der raumbezogenen Daten im Natur- und Landschaftsschutz. Der Bund ist gemäß Natur- und Heimatschutzgesetz ver-

pflichtet, Inventare mit den Objekten von nationaler Bedeutung zu erstellen. Dabei handelt es sich um Biotope, Landschaftsschutzgebiete und Objekte mit historischer Bausubstanz. Zusätzlich erstellt oder unterstützt er wissenschaftliche Inventarisierungen von Tier- und Pflanzenarten (Steinbockkolonien oder Standorte von Flechten usw.) sowie bestimmter Habitatstypen, wenn sie flächendeckend durchgeführt werden und für die Schutzanstrengungen von Interesse sind.

- Bessere datenmäßige Abstützung von Entscheidungen im Rahmen von Vernehmlassungs- und Bewilligungsverfahren. Die Hauptabteilung wird bei Projekten, die der Bund selbst realisiert, konzessioniert oder subventioniert (Projekte von Bahn und Post, Seilbahnen und Skilifte, Forststrassen u.ä.), im Rahmen eines Mitberichtsverfahrens einbezogen und hat die Auswirkungen auf Natur und Landschaft zu beurteilen. Dabei sind jährlich rund 1000 Projekte zu beurteilen.
- Datenaustausch mit anderen Bundesstellen, Kantonen und Privaten. Um der zunehmenden Nachfrage nach solchen Daten zu entsprechen, macht das BUWAL einen Teil seiner Daten den interessierten Stellen in digitaler Form zugänglich. Diese Regelung gilt für diejenigen Inventare, die in Kraft gesetzt sind, nicht aber für Vernehmlassungsfassungen oder in Bearbeitung befindliche Inventare.

2 Applikation BUWIN

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden und speziell den Sachbearbeitern einen raschen und unkomplizierten Zugriff zu den vorhandenen Daten zu ermöglichen, wurde die Applikation BUWIN realisiert. Es handelt sich dabei um eine ARC/INFO-Anwendung mit einer speziell entwickelten Benutzeroberfläche, die es den Sachbearbeitern erlaubt, verschiedene Abfragen der gängigsten Sachgeschäfte ohne ARC/INFO Kenntnisse zu tätigen und eine Ausgabe von Karten auf dem Bildschirm oder Plotter vorzunehmen.

Besonders hervorzuheben sind die diversen Auswahlmöglichkeiten für die Darstellung eines Kartenausschnittes: Einerseits können vordefinierte Gebiete wie die Schweiz, einzelne Kantone und Gemeinden oder Landeskartenblätter ausgewählt, andererseits der Ausschnitt individuell durch Eingabe von Eckkoordinaten bestimmt werden, wobei

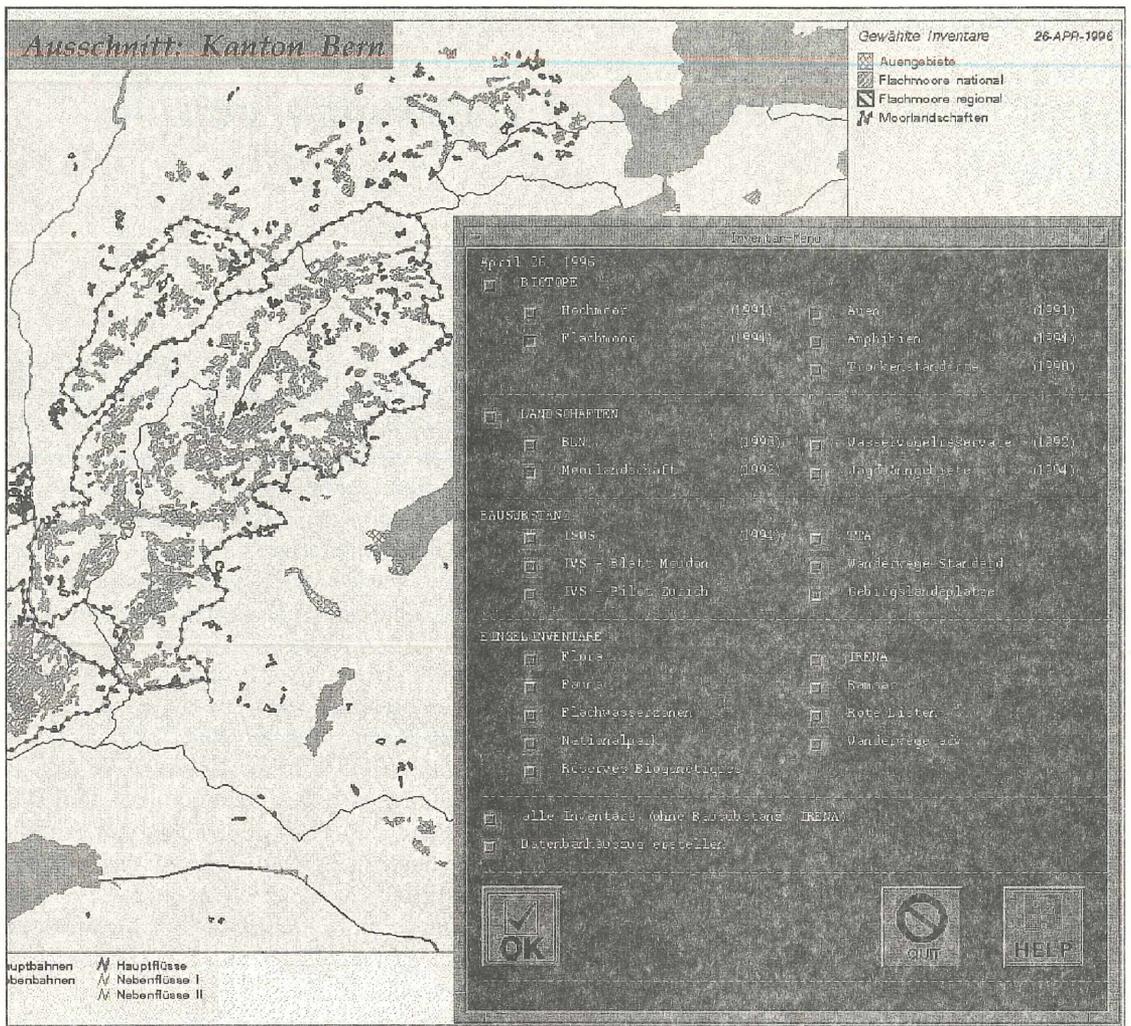


Abbildung 1

Inventar-Menu der BUWIN-Abfrage

das System den zugehörigen Maßstab berechnet. Vorlagen in den in Landeskarten und Grundbuchplänen üblicherweise verwendeten Maßstäben können ebenfalls erstellt werden, indem man eine Zentrumsordinate und den gewünschten Maßstab eingibt. Innerhalb eines Kartenausschnittes können die Datensätze mit oder ohne Anschriften sowie Hintergrundinformationen nach freier Wahl und in beliebiger Kombination dargestellt werden.

Zu den meisten Inventaren besteht eine Datenbank mit unterschiedlichem Informationsgehalt. Diese kann durch Anklicken der gewünschten Objekte als Objektinformation am Bildschirm On-Line abgefragt oder als Liste ausgedruckt werden.

3 Datensätze für Routineanwendungen

Die Applikation BUWIN enthält alle Bundesinventare die auf dem Natur- und Heimatschutzgesetz und dem Jagdgesetz beruhen, unterteilt nach Biotopen, Landschaften und Bausubstanz, verschiedene Datensätze faunistischer und floristischer Art

sowie Angaben zu den kantonalen Naturschutzgebieten.

Als Digitalisierungsgrundlagen wurden in der Regel Landeskarten 1:25'000 verwendet, was dem BUWAL-Standard entspricht. Die sich noch in Bearbeitung befindlichen Inventare werden laufend ergänzt, respektive bei Revisionen angepasst und in die Applikation integriert. Für die Herstellung von Karten können diese Datensätze mit Hintergrundinformationen wie Grenzen, Straßen und Flüsse oder Daten der Arealstatistik in Rasterform kombiniert werden. Für die in ARC/INFO ausgebildeten MitarbeiterInnen besteht zudem die Möglichkeit weitere Datensätze mit AML's selbst aufzubereiten und so provisorisch in die Applikation zu integrieren und für spezielle Abfragen zu verwenden.

4 Weitere Datensätze und Auswertungsbeispiele

Die Datensätze der Servicestelle GEOSTAT vom Bundesamt für Statistik (BFS 1992) ermöglichen neben den Anwendungsgebieten von BUWIN wei-

Hochmoor	Objekte der Hochmoorverordnung
Flachmoor nat	Objekte der Flachmoorverordnung
Flachmoor reg	alle weiteren kartierten regionalen und lokalen Objekte
Auen	Objekte der Auenverordnung
Amphibien	Objekte gemäss Vernehmlassungsversion des Inventars
BLN	Landschaften und Naturdenkmäler, Objekte 1./2. Serie
Moorlandschaften	Objekte der Vernehmlassungsversion
Wasservogelreservate	Objekte der Verordnung
Jagdbanngebiete	Objekte der Verordnung
ISOS	Schützenswerte Ortsbilder, Objekte der Verordnung (Stand 1994)
IRENA	Kantonale und private Naturschutzgebiete
Ramsar	Objekte gemäss Liste der Ramsar-Konvention

terführende GIS-gestützte Analysen und Auswertungen auf nationaler und regionaler Ebene. Von besonderer Bedeutung für die flächendeckende räumliche Beurteilung auf nationaler Ebene sind sowohl die Arealstatistik der Schweiz (eine Stichprobenerhebung der Bodennutzung im Hektarraster mit 69 Kategorien), Daten der Eidgenössischen Volks-, Gebäude- und Wohnungszählung, Bauzonen, als auch Geländedaten (alle im Hektarraster) sowie die Bodeneignungskarte der Schweiz M. 1:200'000 im Vektorformat.

4.1 Analysen potentieller Konflikte

Das folgende Beispiel versucht Nutzungskonflikte in ausgewählten Naturschutzinventaren zu thematisieren (s.a. BRP & BUWAL 1991), indem diese mit der Arealstatistik überlagert werden. In einer Bewertungsmatrix werden sämtliche Bodennutzungstypen hinsichtlich ihrer Verträglichkeit mit den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes überprüft. Am Beispiel der Auengebiete von nationaler Bedeutung stellt das Resultat eine Untermenge von 19 Nutzungskategorien dar, die (gem. der Darstellungen in BFS 1993) als potentiell konfliktträchtig erachtet werden. Dieser Vorgang lässt sich für jedes Naturinventar wiederholen und kartographisch darstellen (s.a. BEYELER et al. 1993). Hier wird der Histogrammdarstellung der Vorzug gegeben:

4.2 Fallbeispiel: Flächensicherung und Entwicklungspotential aufgrund von verschiedenen Ressourcendaten - Testgebiet Neuenburger See

Die Überlegung, die dem folgenden Beispiel vorausgeht, setzt einen teilweisen Flächenrückzug der Landwirtschaft aufgrund veränderter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen voraus (s.a. HAMPICKE 1988, 1991). Ziel ist es, mit wenigen aussagekräftigen Daten Möglichkeiten für Extensivierungsmaßnahmen oder Flächenstillegungen dar-

zustellen sowie bereits existierende Schutzgebiete in diese Überlegungen miteinzubeziehen. Der gesamte Prozess wird weniger als ein quantifizierender Akt, sondern vielmehr als ein planerisches Szenario verstanden.

Als besonders entwicklungsfähig werden nährstoffarme Biotope und Ökosysteme mittlerer Nährstoffverhältnisse betrachtet. Weiterhin sollen bestehende Hochmoore und Moorlandschaften bereits im edaphischen Bereich arrondiert werden. Hierbei wird Wert auf die Tatsache gelegt, daß es sich bei den Flächen um wenig attraktive Lagen für die Landwirtschaft handeln soll. In Betracht kommen somit Einheiten, die aufgrund ihrer Hangneigung sowie der Flachgründigkeit des Bodens für die Bewirtschaftung wenig geeignet sind. Selektiert werden zudem besonders stark vernässte Bereiche, die im Verbund zu Hochmoorkomplexen stehen. Um hier zu einer möglichen Aussage zu gelangen werden die Rasterdatensätze der Arealstatistik, der Hangneigungsklassen sowie die gerasterten Datensätze der beiden Variablen 'Bodentiefe' und 'Bodenvernäsung' aus der Bodeneignungskarte kombiniert. In einer Rechenvorschrift werden die Variablen hinsichtlich ihrer möglichen Kombinationen einem hierarchischen, booleschen Abfrageschema unterzogen. Als vereinfachte Kriterien für die Zuweisung sind folgende fünf Kategorien zu nennen:

- a) Alle Landwirtschaftsflächen, deren Hangneigung größer als 24% ist und deren Bodengründigkeit mit 'flachgründig' bis 'extrem flachgründig' umschrieben wird, werden für eine völlige Stilllegung der Fläche (natürliche Sukzession) vorgeschlagen. Ggf. ist eine Aufforstung mit standortgerechten Baumarten in Betracht zu ziehen.
- b) Die Steillagen mittlerer Gründigkeit (hier ab 16% Gefälle) werden aus hydrologischen Gesichtspunkten zur Aufforstung mit standortgemäßen Baumarten vorgeschlagen. Hier ist in den Hanglagen zwischen 16% und 24% eine extensive Bewirtschaftung möglich.

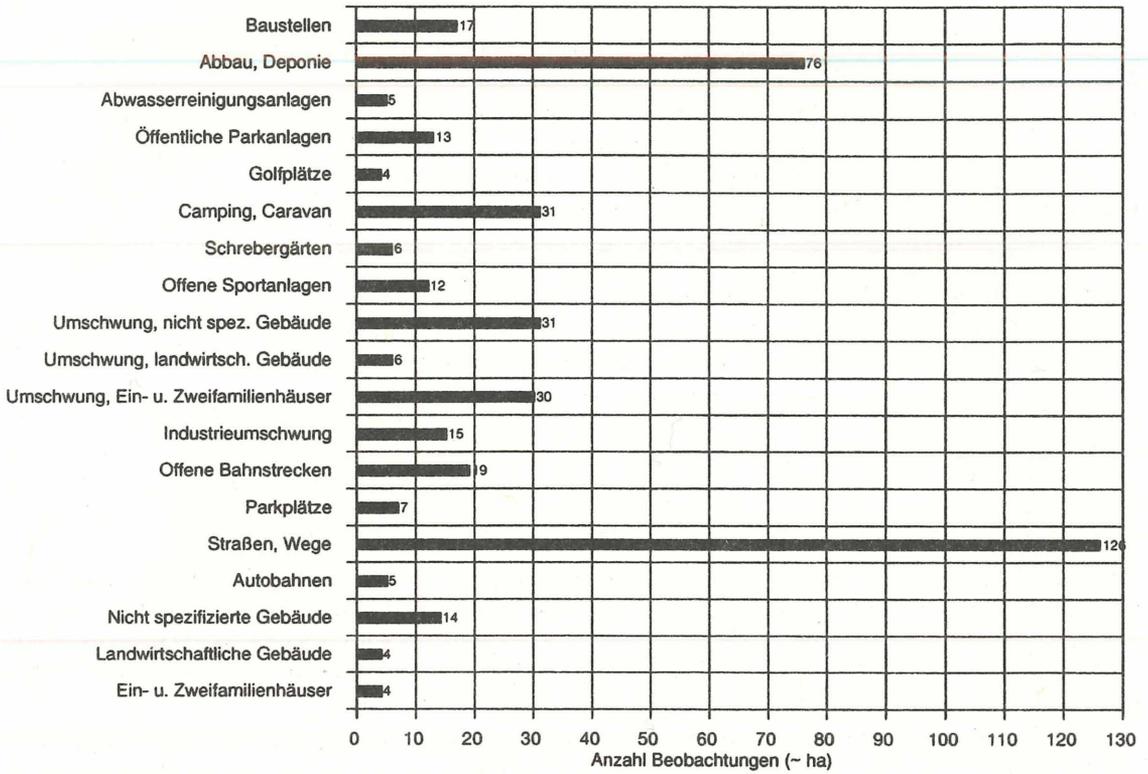


Abbildung 2

Histogramm von potentiell konflikträchtigen Nutzungen in den Aueninventaren

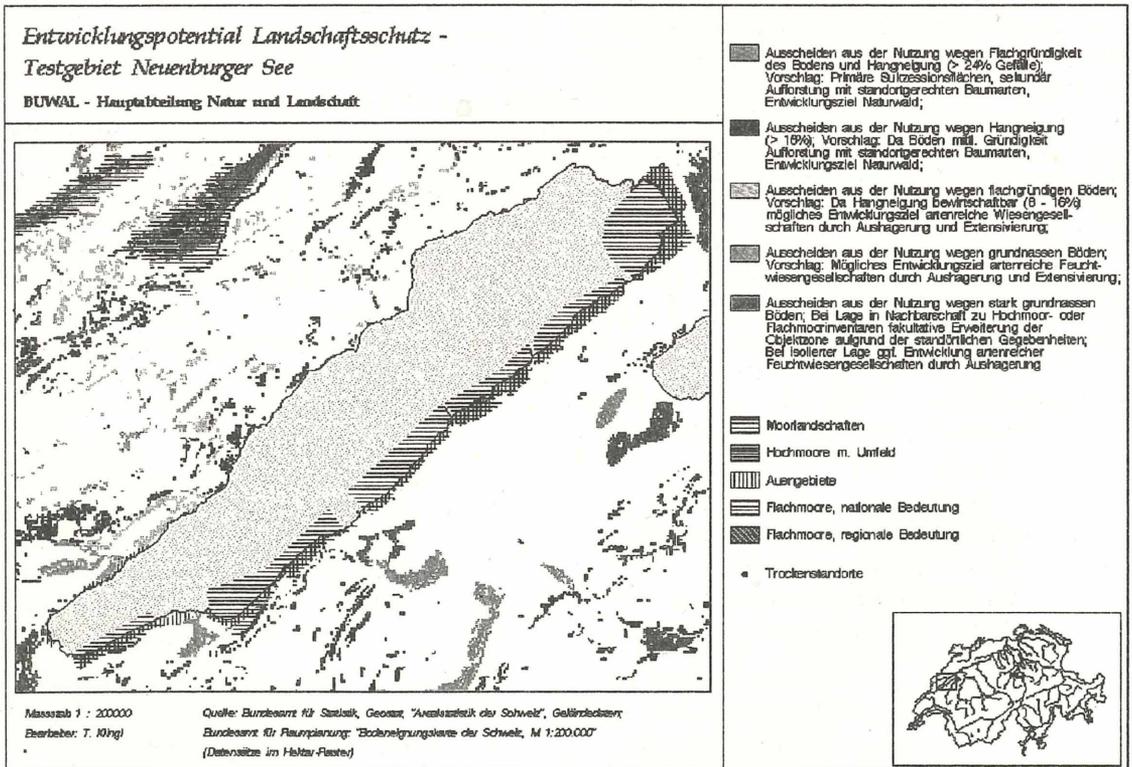


Abbildung 3

Entwicklungspotential Landschaftsschutz, Testgebiet Neuenburger See

- Mäßig geneigte, flachgründige Hänge werden flächenhaft extensiviert. Hier verspricht eine mangelnde Aufnahmekapazität von Nährstoffen am ehesten Erfolge bei Aushagerungsversuchen. Zudem könnten durch die bessere Befahrbarkeit in diesen Lagen Flächen ohne zusätzlichen technischen Aufwand (Steilhangschlepper, Handmahd) gepflegt werden.
- Schwach vernäbte Bereiche können durch Extensivierung und Aushagerung in artenreiche Feuchtwiesen überführt werden.
- Stark vernäbte Böden, insbesondere die Gruppe der organischen Histosols, werden aus der Nutzung genommen. Die Gebiete werden bei Nachbarschaftsbeziehungen zu Inventarflächen für ein Verbundkonzept herangezogen.

Die anschließende Überlagerung mit den Inventar-Objekten ergibt einen hohen Strukturreichtum im Jura, nordöstlich des Neuenburger Sees, sowie eine gute Übereinstimmung kartierter Inventare und möglicher Verbundflächen, vor allem im Bereich der Moorlandschaften und Trockenstandorte. Durch Arrondierungen wären hier Möglichkeiten zur Ausweisung ökologischer Vorranggebiete gegeben.

5 Ausblick

Neben den dargestellten Beispielen ist das BUWAL um eine intensive fachliche und GIS-bezogene Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen im Natur- und Landschaftsschutz bemüht. Die rege Nachfrage nach den Bundesinventaren darf nicht über die Tatsache hinwegtäuschen, daß insbesondere im großmaßstäblichen Bereich Informationen präzisiert werden müssen. Pilotstudien in den Grenzbereichen zwischen regionaler und lokaler Auswertungsebene ergaben Handlungsbedarf hinsichtlich der Angaben zur Genauigkeit und operationellen Verwendungsmöglichkeit der Datensätze.

6 Literatur:

BEYELER, A., FINGER, A., PFISTER, R. (1993): Arealstatistik 1979/85: die Bodennutzungserhebung des Bundesamtes für Statistik. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 6/93, 400-406.

BUNDESAMT FÜR RAUMPLANUNG (BRP) (Hrsg.) (1980): Bodeneignungskarte der Schweiz, M. 1:200.000., 4 Kartenblätter, M. 1:200.000, Bericht 145 S.;

BUNDESAMT FÜR RAUMPLANUNG (BRP), BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (BUWAL) (Hrsg.) (1991): Landschaft unter Druck. Zahlen und Zusammenhänge über Landschaftsveränderungen in der Schweiz. Bern, 154 S..

BUNDESAMT FÜR STATISTIK (BFS) (Hrsg.) (1992): GEOSTAT. Benutzerhandbuch. Bern, 31 S., Anhang.

BUNDESAMT FÜR STATISTIK (BFS) (Hrsg.) (1993): Die Bodennutzung der Schweiz. Arealstatistik 1979/85, Kategorienkatalog. Raum, Landschaft und Umwelt, 2, Bern, 191 S..

HAMPICKE, U. (1988): Extensivierung der Landwirtschaft für den Naturschutz - Ziele, Rahmenbedingungen und Maßnahmen.- Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Heft 84, S. 9-35.

HAMPICKE, U. (1991): Naturschutz-Ökonomie. UTB 1650, Ulmer, Stuttgart, 342 S..

JEDICKE, H. (1990): Biotopverbund. Ulmer, Stuttgart, 254 S..

Anschrift der Verfasser:

Jürg Schenker und Tom Klingl
 Bundesamt für Umwelt, Wald und
 Landschaft (BUWAL)
 CH-3003 Bern
 juerg.schenker@buwal.admin.ch
 thomas.klingl@buwal.admin.ch

SAGIS-Einsatz im Naturschutzbereich des Amtes der Salzburger Landesregierung

- Erfahrungen und Ausblick -

Bernhard FÖLSCHÉ und Günther NOWOTNY

Zusammenfassung

Im Bereich des amtlichen Naturschutzes zeigt sich immer stärker die Notwendigkeit, die umfangreichen, meist verorteten Datengrundlagen auf bestmögliche Weise durch den Einsatz moderner Technologien, vor allem geographischer Informationssysteme zu unterstützen. In der Naturschutzabteilung des Amtes der Salzburger Landesregierung wird das **SAGIS** (Salzburger Geographisches Informationssystem) insbesondere für das landesweite Biotopkartierungsprojekt herangezogen; ebenso für das "Naturschutzbuch", für zoologische Kartierungen und im Bereich Gewässerschutz. Signifikant ist der starke Trend zu einer überwiegend fachübergreifenden Anwendung sowohl im Amtsbereich als auch mit externen Institutionen. Diese Entwicklung bewirkt immer kürzere Lebensdauern von Systemausbaustufen und weitestmögliche Vernetzung dezidiert GIS-Anwender. Zentrale Entwicklungslösungen werden immer mehr durch mächtige Abfragesoftware ersetzt. Der Einsatz von kostengünstigen und rationellen Erhebungsmethoden insbesondere für die Biotopkartierung wird laufend vorangetrieben. Durch den gestiegenen Bedarf an GIS-Unterstützung wird auch die Beschaffung weiterer aktueller und landesweit verfügbarer Basisdaten dringend notwendig.

1 Einleitung

Der traditionelle Naturschutz verstand sich von seinen Anfängen bis in die 80er Jahre unseres Jahrhunderts in erster Linie als Objekt- bzw. Gebietsschutz und Artenschutz. Dabei wurden durch hoheitliche Akte (Gesetz, Verordnungen, Bescheide) einerseits bemerkenswerte Einzelschöpfungen der Natur, wie z.B. markante Einzelbäume, Eiszeitrelikte, Wasserfälle usw., als Naturdenkmäler und Gebiete von besonderer Ursprünglichkeit und/oder landschaftlicher Schönheit als Geschützte Landschaftsteile, Naturschutzgebiete oder Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen. Andererseits wurden gefährdete und meist auch sehr attraktive Pflanzen- und Tierarten vor den Nachstellungen durch den Menschen geschützt. Mit zunehmendem Nutzungsdruck und Flächenbedarf, insbesondere seit der Mitte dieses Jahrhunderts, stellte sich heraus, daß diese Schutzstrategien dem fortschreitenden Artensterben nicht Ein-

halt gebieten konnten. Die Roten Listen gefährdeter Tiere und Pflanzen wurden immer länger, wie auch Beispiele aus dem Bundesland Salzburg zeigen (vgl. WITTMANN 1989, EMBACHER 1991). In der Folge setzte sich die Erkenntnis durch, daß Artenschutz nur über den Schutz der Lebensräume erfolgreich sein kann. Dem Erfordernis des Lebensraum- oder Biotopschutzes, das auch durch die zunehmende Verarmung der Landschaft an Lebensräumen drastisch untermauert wird (vgl. WITTMANN & STROBL 1990), trug die große Novelle des Naturschutzgesetzes 1992 (LOOS 1993) Rechnung. Als wesentliches Instrumentarium zur Umsetzung dieser Schutzbestimmungen dient die Biotopkartierung. Zielsetzungen, Inhalte und methodischer Ansatz dieses landesweiten Großprojektes sind bei NOWOTNY & HINTERSTOISSER (1994) und NOWOTNY (1995a, 1996) beschrieben.

Diese auf modernen wissenschaftlichen Erkenntnissen fußenden Naturschutzstrategien bedingten auch Änderungen in der Verwaltungsorganisation sowie in Art und Umfang der technischen Unterstützung. Das Naturschutzgesetz 1993 (LOOS 1993) verpflichtet die Landesregierung zur Führung eines Naturschutzbuches und eines Landschaftsinventars. Während das Naturschutzbuch, in dem alle erforderlichen Unterlagen über Schutzobjekte und -gebiete abgelegt sind, früher problemlos aufgrund der überschaubaren Anzahl in einer Hängeregistratur gewartet und genutzt werden konnte, läßt sich die Fülle an Daten der Biotopkartierung, die dem Landschaftsinventar zugeordnet ist, nur noch mit Hilfe einer leistungsstarken EDV-Technik sinnvoll verwalten. Diese basiert auf den beiden Säulen SAGIS und Naturschutz-Fachdatenbank (FÖLSCHÉ & NOWOTNY 1992).

2 SAGIS-Einsatz bei der Naturschutzarbeit im engeren Sinn

2.1 Naturschutzverfahren

Einen wesentlichen Schwerpunkt der Naturschutzarbeit bilden Verwaltungsverfahren nach dem Naturschutzgesetz. Dabei sind in der Regel Eingriffe in Natur und Landschaft zu beurteilen, was früher ausschließlich durch Geländebegehung mit an-

schließender Gutachtenerstellung erfolgen konnte. Die Biotopkartierung bringt hier mit Fortdauer des Projektes eine zunehmend verbesserte Datenlage, wodurch einerseits eine gewisse Saisonunabhängigkeit gegeben ist und andererseits aufwendige Geländeerhebungen vielfach wegfallen. Dadurch kann eine Verfahrensvereinfachung und auch -beschleunigung erzielt werden. Die Biotopkartierungsdaten werden von den Amtssachverständigen als Beurteilungsgrundlage bereits mit zufriedenstellendem Erfolg genutzt (NOWOTNY 1996), wobei allerdings Verbesserungen durch ARC-VIEW-unterstützte Abfragen in Verbindung mit einer absehbar landesweit verfügbaren digitalen Katastermappe (DKM) zu erwarten sind.

2.2 Vertragsnaturschutz

Neben dem Biotopschutz war die Einführung des vertraglichen Naturschutzes eine der wesentlichsten Neuerungen im Naturschutzgesetz 1993 (LOOS 1993). Dieser geht von der Erkenntnis aus, daß wirkungsvoller Schutz von Lebensräumen nur bei partnerschaftlicher Zusammenarbeit von Grundeigentümern und Landesregierung erreicht werden kann. Im Rahmen von privatrechtlichen Verträgen werden daher den Eigentümern bzw. Bewirtschaftern Leistungen zur Pflege und Erhaltung von Biotopen gemäß einem von der Landesregierung beschlossenen Prämiensystem abgeboten.

Diesem liegt ein Qualitätsprinzip zugrunde, d.h., daß die Vergabe von Naturschutzförderungen nicht mehr oder weniger zufällig nach dem "Gießkannenprinzip" erfolgt, sondern ausschließlich ökologische und teilweise auch landschaftsästhetische Kriterien ausschlaggebend sind. Die Nutzung der vorhandenen Biotopdaten im SAGIS und in der Naturschutzfachdatenbank bringt hier wiederum eine Unabhängigkeit von der jahreszeitlichen Situation sowie eine Entlastung der Sachverständigen hinsichtlich einer Beurteilung der angebotenen Flächen (NOWOTNY 1996). Wo bereits Naturschutzverträge vor Durchführung der Biotopkartierung abgeschlossen wurden, kann diese als Qualitäts- und Erfolgskontrolle herangezogen werden. Auch hier erfolgen die entsprechenden Auswertungen GIS-unterstützt.

2.3 Landschaftspflegepläne/ Biotopmanagement

Aufgrund der bereits fortgeschrittenen Ausräumung der Landschaft und der Degradierung von Lebensräumen in einigen Landesteilen wird den Instrumentarien Landschaftspflegepläne und Biotopmanagement in Zukunft verstärkte Bedeutung zukommen. Die Daten der Biotopkartierung bilden hier eine wertvolle Grundlage, auf der die entsprechenden Planungen direkt aufbauen können. Durch die im SAGIS mögliche Verschneidung bzw. Verknüpfung mit anderen thematischen Inhalten kön-

nen planungsrelevante Aspekte rasch und kostengünstig bearbeitet werden.

2.4 Artenschutz

Aufgrund des schwerpunktmäßig vegetationskundlichen Ansatzes der Biotopkartierung im Bundesland Salzburg, der auch die Erstellung von Pflanzenartenlisten bzw. Vegetationsaufnahmen für die Biotope beinhaltet, lassen sich im SAGIS auch Auswertungen über die Verbreitung gefährdeter Pflanzenarten durchführen. Der Vergleich dieser Daten mit vorhandenen Florenwerken ermöglicht Rückschlüsse auf die aktuelle Bedrohung und eine entsprechende Anpassung der Roten Listen (NOWOTNY 1995b).

Da aber auch das Vorhandensein bestimmter Tierarten zur Indikation der Lebensraumqualität herangezogen werden kann, werden zunehmend auch zoologische Kartierungen durchgeführt, deren Daten für die Beurteilung der Naturraumausstattung große Bedeutung besitzen. Das derzeit laufende Pilotprojekt zur Amphibien- und Reptilien-Kartierung (Herpetologische Kartierung) im Oberpinzgauer Salztal berücksichtigte bereits in der Konzeption den GIS-Einsatz im Hinblick auf eine effiziente Nutzung der Ergebnisse. Da bei der Biotopkartierung auch für verschiedene Tierarten relevante Biotopstrukturen erhoben werden, können diesbezügliche Auswertungen die Kartierung dieser Lebewesen wesentlich unterstützen und darüberhinaus Auskunft über die Isolation oder den Verbund von Populationen geben.

3 Gewässeraufsicht

Das Umweltbundesamt hat auf Basis der Wassergüteeerhebungsverordnung (WGEV) mehrmals jährlich Messungen von gewissen Parametern, meist Schadstoffwerten, in bestimmten Regionen angeordnet. Die zzt. etwa 180 WGEV-Meßstellen sind in Quellen und Brunnen aufgeteilt. Dazu wurden Isohypsenlinien sowohl für Niederwasserstände (im Herbst) und Hochwasserstände (im Frühling) erhoben, die im Zusammenhang mit Höhenschichtlinien eine gut brauchbare Unterlage für die Sachbearbeiter bilden. An Kartodiagrammen für multiple Parametrierung und Zeitreihenanalyse im Sinn eines Warnsystems wird gearbeitet. Weiters werden ökologische Untersuchungen von Seeuferzonen mit SAGIS unterstützt.

4 SAGIS im interdisziplinären Einsatz

4.1 Bereich Raumordnung

Im Bereich Raumordnung zeigt sich eine rasante Entwicklung beim interdisziplinären Einsatz GIS-unterstützter Unterlagen bei der Durchsetzung von naturschutzbezogenen bzw. ökologischen Interessen.

Im Bundesland Salzburg werden speziell für regionale Entwicklungskonzepte (REKs) die vorhandenen Daten insbesondere der Biotopkartierung für entsprechend langfristige Festlegungen herangezogen. Bei der Erstellung solcher Konzepte sind sowohl die Kommunen als auch private Auftragnehmer (Ortsplaner) beteiligt.

Die "Umwegrentabilität" solcher Entwicklungskonzepte auch für ökologische Zielsetzungen liegt trotz aller unwägbarer politischen Faktoren meist klar auf der Hand.

Insbesondere werden aber auch Interessenskonflikte im Bereich der Flächenwidmungspläne mittels GIS-Auswertungen transparent gemacht und können bei häufig auftretenden naturschutzrechtlichen Individualverfahren zu einer rascheren Lösung beitragen.

Bei derartigen Anwendungen ist es von besonderer Wichtigkeit, auf mögliche Fehlerquellen bei der Erstellung thematischer Karten zu achten (Datenaktualität, Maßstäblichkeit bzw. Zeichengenauigkeit der betroffenen Themen, Katasterproblematik - siehe hierzu Kapitel 5).

In diesem Zusammenhang muß deutlich darauf hingewiesen werden, daß derartig eingesetzte GIS-unterstützte Unterlagen normalerweise keine verbindliche Rechtskraft haben können!

4.2 Energie, Rohstoffsicherung, Straßenbau, Wildbach- und Lawinenverbauung

Durch den speziell im Dauersiedlungsraum enorm steigenden Nutzungsdruck werden speziell bei Projekten zur Verbesserung der Energieversorgung wie Kraftwerksanlagen, Hochspannungsleitungen, Fragen der Rohstoffsicherung und des -abbaus, aber auch bei Straßenneubauten - z.B. bei neuen Ortsumfahrungen etc. - immer bessere Unterlagen für eine fundierte Argumentation notwendig. Durch fachübergreifende GIS-Unterstützung werden hier immer wieder Zusammenhänge aufgezeigt, die sonst nicht oder nur mit hohem Aufwand gefunden würden.

Es hat sich in diesem Zusammenhang herausgestellt, daß sich Projektanten durchaus im Interesse des Naturschutzes sogar dazu bereit erklären, hier in beiderseitigem Interesse an Erhebungen mitzuinvestieren, die im weiteren GIS-Umfeld neue Basisdaten liefern, etwa durch finanzielle Beteiligung an Befliegungen.

Die GIS-Zusammenarbeit des Naturschutzes mit der Wildbach- und Lawinenverbauung liegt zwar erst in den Anfängen, soll aber in der nächsten Zeit intensiviert werden. Hier spielt vor allem das Spannungsfeld zum Katastrophenschutz bzw. zum Hochwasserschutz eine wesentliche Rolle.

4.3 Jagd und Wildökologie

Auch in diesem Bereich, der zurzeit GIS-mäßig gerade fertigerfaßt wird, kann von einigen Versuchen berichtet werden, die insbesondere die Über-

schneidung mit naturgeschützten Bereichen sowie Flächenwidmungsplänen betreffen. Die Jagdthematik ist insbesondere auch im Zusammenhang mit Genehmigungsregulativen in Nationalparks von nicht unerheblichem, auch politischem Interesse.

5 Katasterproblematik

Seit einigen Jahren zeigt sich im Zusammenhang mit der Biotopkartierung, die aus schon erwähnten Gründen Parzellenschärfe (etwa im Genauigkeitsbereich von +/-5m zum (Wunsch-)Ziel hat, aber auch bei der sonstigen Arbeit mit Katasterplänen im Bereich des Maßstabs 1:5000 eine mehr und mehr zunehmende Diskrepanz zwischen vorhandenen Themen und aktuellen Katasterunterlagen. Diese Diskrepanz ist zunächst als völlig unabhängig von der Verwendung als analoge Daten oder als GIS-Datenbasis (DKM) zu sehen. Laut Auskunft der Vermessungsämter bzw. des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen werden zurzeit im Bundesland Salzburg **pro Jahr etwa 10 %** der Katasterblätter in irgendeiner Form verändert. Diese Veränderungen sind ihrer Art nach aber oft nicht nur "punktuell" oder kleinsträumig, sondern erfolgen u.U. quasi-projektiv, sodaß z.B. Übergänge zu (nicht veränderten) Anschlußblättern fallweise bis zu umgerechnet 20, 30 oder gar 40 Metern abweichen bzw. klaffen.

Von Seiten der Naturschutzabteilung wurde jedoch insbesondere für das Naturschutzförderungswesen möglichst Parzellenschärfe zur genauen Dimensionierung der meist flächenbezogenen Prämienhöhen gefordert. Dazu kam erschwerend, daß auf Grund der Projektvorgabe Biotope jeweils streng genau einer Katastralgemeinde (und damit einer Gemeinde) zuzuordnen waren. Dies führte anfangs dazu, daß z.B. Bäche, in deren Mitte eine Katastralgemeindegrenze verlief, in zwei (zugegebenermaßen künstliche) "Teilbiotope" aufgesplittet werden mußten.

Auf Grund der auftretenden Diskrepanzen mit den Katasterunterlagen konnte jedoch nach etwa 3 Jahren Projektlaufzeit eine methodische Anpassung nicht mehr länger aufgeschoben werden.

Erschwerend kam hinzu, daß die an sich naturräumlich ausgerichtete Biotopkartierung fast ausschließlich auf analogen Katasterblättern erfolgte, wodurch insbesondere bei Lineamenten wie Fließgewässern gravierende Unterschiede zu Luftbildinhalten hingenommen wurden.

Die seit Projektbeginn optimistische Annahme, ausgehend von einer naturräumlichen Kartierung die Ergebnisse dennoch in der quasi-rechtsverbindlichen "Katasterwelt" abbilden zu können, erwiesen sich spätestens ab dem Zeitpunkt als trügerisch, als verstärkt rein naturräumliche Erhebungsunterlagen eingesetzt wurden (z.B. nicht entzerrte Luftbilder, von denen die Ergebnisse direkt auf Folien hochgezeichnet werden).

Zudem häuften sich in der letzten Zeit aus anderen Bundesländern und Institutionen Anfragen, die ge-

nau in die gleiche Richtung abzielten. Die zentrale Frage war: **Wie macht man sich vom Kataster möglichst unabhängig, ohne ihn aber aufzugeben?**

Interne Nachfragen bei anderen Amtsabteilungen ergaben sogar, daß einzelne bezüglich Parzellenschärfe und somit Grundeigentümern besonders brisante Projekte bewußt einfach (noch) nicht realisiert wurden/werden. Es zeichnen sich daher nur zwei Möglichkeiten für eine Lösung ab:

- eine Doppelkartierung (die aufwandmäßig nicht in Frage kommt) oder
- ein substantieller Kompromiß

Ab dem Zeitpunkt dieses Kompromisses kommt nun die Art und Weise der Einbeziehung eines geographischen Informationssystems zum Tragen. Es hängt völlig von den Genauigkeitsanforderungen bzw. der Projektcharakteristik ab, wieweit hier auf eine algorithmische Unterstützung zurückgegriffen werden kann. Diesbezügliche Versuche, die z.B. im entsprechenden Katastersystem Deutschlands "ATKIS" u.a. von der FAW Stuttgart angestrengt wurden (EBBINGHAUS 1996), nämlich weitgehend automatisierte "Anpassungen" der Grenzen von Biotopen oder vergleichbaren Themen an aktuelle digitale Katastergrenzen, brachten ernüchternde Ergebnisse: Selbst bei ausgefeilten Algorithmen konnten bestenfalls erfolgreiche Anpassungen in der Größenordnung von 20-25 % aller Objekte erzielt werden. Alle anderen mußten händisch nachbearbeitet werden.

Bei der Salzburger Biotopkartierung führte der Kompromiß auf Grund dieser Faktoren zur Abwendung von der konsequenten Anpassung an Katastergrenzen. Es wurden "grenzüberschreitende" Biotop eingeführt, die nicht mehr eindeutig einer (Katastral-) Gemeinde zuordenbar waren. Dies wurde durch entsprechende Verpointierung fixiert. Die Katastergrenzen werden nur noch "unterlegt". Es wird auch nach außen dokumentiert, daß auf GIS-Auswertungen mögliche Katasterabweichungen (im hier beschriebenen Sinn) auftreten können.

6 Zukunftsaspekte

Inhaltlich: Durch die Ausweitung der Biotopkartierung auf das ganze Bundesland wird auch die Analyse von großräumigeren Aspekten, also über kleinräumige Problemstellungen mittels GIS-Unterstützung intensiviert werden. Nicht zuletzt müssen neue Inhalte zur Erzielung einer verbesserten Datenlage aus Naturschutz-Sicht miteinbezogen werde, insbesondere aus dem zoologischen Bereich (Rote-Listen-Monitoring, Zeigerartenthematik etc.). Eine wesentliche Ausweitung des SAGIS-Basisdatenbestandes um digitale Orthophotos, Satellitenbilder u.a.m. ist für 1996/97 vorgesehen.

Interdisziplinär: Die Ausweitung der GIS-unterstützten Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen sowohl im amtlichen Umfeld als auch mit privaten Institutionen und Auftraggebern/-nehmern

wird aus rechtlichen und auch gesellschaftspolitischen Gründen in den nächsten Jahren exponentiell steigen. Fachisolierten GIS-Einsatz wird es in diesem Bereich künftig kaum noch geben.

Technisch: Die rasante technische Entwicklung läßt bei Systemen von der Größenordnung des SAGIS in etwa eine Lebensdauer von etwa 2-3 Jahren je Ausbaustufe erwarten. Der Einsatz von SAGIS III wird für 1997 erwartet und wird einen echten Quantensprung bedeuten. Hierbei ist insbesondere der Vernetzungsaspekt für dezidierte Anwender essentiell (erstmalig GIS-Unterstützung der Naturschutzsachverständigen vor Ort).

Für den Naturschutzbereich werden laufend und auch künftig neue Erhebungsmethoden getestet bzw. eingesetzt. Hierzu zählen insbesondere das sehr kostengünstige Monoplotting, das den naturräumlichen Anforderungen der Biotopkartierung besonders Rechnung trägt. Auch die Idee einer "All-in-one"-Erhebungsmethode mittels Pen-Computer und GPS-Unterstützung wird nach wie vor verfolgt.

7 Literatur

EBBINGHAUS, J. (1996):

Integration von raumbezogenen Fachdaten in das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS). Tagungsband der Deutschen ESRI-Anwenderkonferenz 1996: 33-37.

EMBACHER, G. (1991):

Rote Liste der Großschmetterlinge Salzburgs. Zweite völlig neu bearbeitete Auflage. - Naturschutz-Beiträge 7/91, Amt der Salzburger Landesregierung, Naturschutzreferat: 63 pp.

FÖLSCHKE, B. & NOWOTNY, G. (1992):

EDV-Einsatz bei der Biotopkartierung im Bundesland Salzburg. - Salzburger Geographische Materialien, Heft 18: 111 - 119.

LOOS, E. (1993):

Salzburger Naturschutzgesetz 1993. Kommentar. Schriften des Landespressebüros, Serie "Salzburg Dokumentationen", Nr. 109: 196 pp.

NOWOTNY, G. (1995a):

Die Biotopkartierung im Bundesland Salzburg (Österreich). - Sauteria 6: 193 - 202.

—— (1995b):

Botanische Auswertungsmöglichkeiten der Biotopkartierung Salzburg. - Carinthia II, 53. Sonderheft "8. Österreichisches Botanikertreffen": 105-107.

—— (1996):

Praxis und Erfahrungen bei der Biotopkartierung im Bundesland Salzburg (Österreich). - Sauteria (in Druck).

NOWOTNY, G. & HINTERSTOISSER, H. (1994): Biotopkartierung Salzburg. Kartierungsanleitung. Naturschutz-Beiträge 14/94, Amt der Salzburger Landesregierung, Ref. 13/02 - Naturschutzgrundlagen und Sachverständigendienst; 247 pp.

WITTMANN, H. (1989): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen des Bundeslandes Salzburg. - Naturschutz-Beiträge 8/89, Amt der Salzburger Landesregierung, Naturschutzreferat: 70 pp.

WITTMANN, H. & STROBL, W. (1990): Gefährdete Biotoptypen und Pflanzengesellschaften in Salzburg. Ein erster Überblick. - Naturschutz-Beiträge 9/90, Amt der Salzburger Landesregierung, Naturschutzreferat: 81 pp.

Anschrift der Verfasser:

Bernhard Fölsche
Amt der Salzburger Landesregierung
- Naturschutzabteilung -
Postfach 527
A - 5020 Salzburg

Günther Nowotny
Amt der Salzburger Landesregierung
- Naturschutzabteilung -
Postfach 527
A - 5020 Salzburg

Umweltinformationssysteme als Grundlage des Naturschutzes

Thomas BLASCHKE, Mathias BOCK, Wolfgang DU BOIS, Klaus GREVE, Rolf HELFRICH, Stefan JENSEN, Heiner NAGEL

1 Anforderungen des Naturschutzes an Umweltinformationssysteme (UIS)

Bereits zum Thema wäre eine Definition wichtig. Was ist unter "Umweltinformationssystemen" zu verstehen? Wenn der Begriff UIS so verwendet wird, daß er die belebte und unbelebte Umwelt miteinbezieht, dann wäre ein Naturschutz-Informationssystem ein Teil eines UIS. Wenn unter UIS lediglich der "Technische Umweltschutz" zu verstehen ist, dann wäre das UIS tatsächlich eine Grundlage für den Naturschutz. Im folgenden steht jedoch nicht eine theoretische Diskussion im Vordergrund, sondern ganz konkrete Erfahrungen an Problemen und Problemlösungen. Eine Gruppe von "Experten" hat hier (größtenteils über elektronische Kommunikation) gemeinsame Elemente aus der praktischen Arbeit identifiziert, die möglichst konkret und in ihrem Lösungsansatz für eine möglichst breite Anwendergruppe übertragbar sind.

1.1 Spezifika des Naturschutzes hinsichtlich digitaler Daten

Folgende Merkmale digitaler Daten scheinen charakteristisch für den Naturschutz zu sein:

- Messungen/Erhebungen erfolgen nicht in Form von Standard-Messreihen (wie Pegel- oder Konzentrationsmessungen), sondern als Einzelerhebungen.
- Die Daten der Erhebungen sind oft unvollständig, nur lokal erhoben, methodisch zwischen verschiedenen Erhebungen / Orten / Erfassern unterschiedlich.
- Es gibt ein sehr breites Spektrum von Datenlieferanten: diverse Behörden, Büros/Firmen, Vereine, einzelne Freizeitwissenschaftler.
- Es herrschen kleine und unregelmäßige Datenflüsse vor.
- Wichtig für den Naturschutz ist die Verfügbarkeit von Basisdaten (ATKIS) für den Flächenschutz. Es bleiben zahlreiche Probleme der Datenintegration
- In Bereichen mit weniger flächenscharfen Daten ist die UIS-Akzeptanz viel schwieriger "Artenschutz ist eingeschränkt öffentlich"
- Viele Fachaussagen enthalten unscharfe Informationen (Beispiel "Landschaftsbild").

Ein besonderes Problem des Naturschutzes ist die im Vergleich zu anderen Umweltbereichen geringe

Standardisierung und Formalisierung der Methoden und der verwendeten Parameter. Es herrscht eine starke Orientierung an der Bestandsaufnahme vor. Daher beschäftigt sich die Mehrzahl der Aktivitäten mit der Datenerfassung und -speicherung. Aufbereitung, Analyse und Präsentation stehen noch im Hintergrund. Vielfach entsteht so auch der Eindruck: Datenverarbeitung in Naturschutzzusammenhang sei außerordentlich teuer, da nur die zugegebenermaßen recht hohen Gestehungskosten der Datenbestände reflektiert werden, nicht aber der Wert der Daten durch nachfolgende in der Praxis häufig ausbleibende Nutzung der Daten.

1.2 Ressortübergreifender Datenaustausch

Als naturschutzspezifische Ressorts könnte man untergliedern:

- Artenschutz
- Biotopschutz
- Flächenschutz ("Schutzgebietssystem")
- Eingriffsverwaltung
- Landschaftsplanung
- städtische Grün- und Freiraumplanung

Jedes Ressort erzeugt einen bestimmten Grunddatenbestand (Artenkataster, Biotopkataster, Schutzgebietskataster, Eingriffs- und Kompensationsflächenkataster), auf den doch die anderen Ressorts zugreifen. **Ressortspezifische Analyse- und Auswertungsergebnisse werden aber (derzeit) kaum ausgetauscht.** Wegen des einfach strukturierten und unregelmäßigen Datenaustauschs brauchen Fachinformationssysteme im Naturschutz nicht kompliziert zu sein.

1.3 Besondere Schwierigkeiten

Besondere Schwierigkeiten im Naturschutz sind u.a.:

- Die Durchsetzung standardisierter Indikatoren und Informationsaufbereitungsmethoden sowie Datenformate, um eine Vergleichbarkeit von Informationen aus verschiedenen Quellen zu erreichen.
- Die konfliktarme Einbeziehung vieler Partner (vgl. 1.1) in Datenerfassung und -verarbeitung.

1.4 Stand von Umweltinformationssystemen

Hier wird aus Platzgründen auf einen Überblick verzichtet. Für den interessierten Leser stellt sich jedoch das Problem aus der Fülle der Daten einen Überblick über Inhalte und Stand der Verwirklichung in der Praxis zu erhalten. Dies bedeutet, daß über die (zumeist voller Abkürzungen steckenden) technisch-organisatorischen Details schwer zu erkennen ist, wie weit UIS wirklich in die alltägliche Arbeit von Behörden integriert sind. Eine Übersicht über Implementationen soll in Kürze im Internet verfügbar gemacht werden.

1.5 GIS-spezifische Anforderungen - wie weit ist GIS limitierend

Hier besteht die paradoxe Situation, daß die später entwickelten "front-end"- Systeme gute Lösungen bieten für die "unteren" (wertfrei, aber administrativ-hierarchisch) Benutzerebenen für eine raumbezogene Integration unterschiedlicher Fachkataster. In der obersten Ebene (Gesamtkataster) mangelt es derzeit noch an Technologien zur

- Verwaltung und Zugriff auf sehr große Datenbestände (flächendeckende CIR-luftbildgestützte Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung, ATKIS).
- Integration von Fachdaten und ATKIS-Daten (hauseigene Lösungen, Beispiel Sachsen-Anhalt: ACES-ATKIS Conform Editing System),
- Abbildung von Metainformationen (derzeit nur UDK, Lösung vielleicht mit WWW-Technologien?), in Baden-Württemberg, Österreich und bei der Europäischen Umweltagentur sind erste UDK-WWW-Applikationen in der Erprobung
- Gewährleistung eines automatischen Durchgriffs auf die Daten (Lösung vielleicht mit WWW-Technologien, Java ?).

1.6 Zielvorstellungen zu einem Naturschutzinformationssystem

Ein Naturschutzinformationssystem sollte auf alle flächenrelevanten Informationen (ökologisch und technisch) zugreifen können. Der Zugriff sollte unter multimedialen Aspekten möglich sein, d.h. Bild- und Tondokumente sollte abrufbereit zur Verfügung stehen. Die Integration in die vorhandene Bürokommunikation muß ohne Medienbruch erfolgen. Der Zugriff muß bei der Fülle der Informationen gezielt erfolgen, d.h. Nutzer- bzw. Aufgabenprofile müssen individuell einrichtbar sein. Entscheidungsprozesse sollten durch fachspezifische Wissensdatenbanken

unterstützt (nicht automatisiert) werden (siehe hierzu auch Beitrag GREVE/HEIß in diesem Band).

In den technischen Bereichen ist die Entwicklung von Einzelapplikationen weiter verbreitet als im ökologischen Bereich (z.B. Leitungssysteme für Wasser und Strom, Straßentrassen, Fließgewässer). Eine wesentliche Ursache ist die Tatsache, daß die personelle und finanzielle Ausstattung der Naturschutzbehörden in der Regel deutlich geringer ist als in den technischen Bereichen*.

Im ökologischen Bereich sind als wesentliche Einzelapplikationen Biotop- und Artenschutzkartierungen, Schutzgebietskataster häufig flächendeckend vorhanden.

Technische Informationen bleiben relativ stabil, wohingegen Artvorkommen und Biotopausprägungen häufigen Veränderungen unterworfen sind. Mangelndes Know-how der Fachleute aufgabenspezifische Lösungen zu erstellen, bzw. vorhandene Software zu umständlich zu handhaben.

Keine normierte Bewertung von Biotopen oder Artvorkommen aus Naturschutzsicht möglich (naturräumliche Unterschiede, regional unterschiedliche Gewichtungen der Arten, auch "unbedeutende Arten" können im Zusammenhang eine "Wertänderung" erfahren).

Ökologische Zusammenhänge sind sehr komplex und erfordern den Fachspezialisten, der aufgrund seiner Erfahrungen die richtigen Schlüsse zieht. DIN und sonstige Normvorschriften, wie bei den technischen Bereichen (Architektur, Vermessung etc.) fehlen weitgehend.

GIS kann für den Naturschutz derzeit nur eine Art "Kompilierfunktion" übernehmen. Deshalb ist eine Diskussion "Welche Rolle kann bzw. soll ein GIS-System im Bereich des Naturschutzes eigentlich übernehmen?" notwendig. GIS bringt seinen vollen Nutzen erst, wenn es in eine leicht zu bedienende Arbeitsumgebung integriert ist. Zwei verschiedene Ansichten hierzu:

- Hiervon ist GIS aber noch genauso weit entfernt wie ein Arbeitsalltag im "papierlosen Büro" (Akzeptanz-, Nachvollziehbarkeits- und Sicherheitsprobleme).
- Dies ist teilweise schon der Fall - teilweise strukturell garnicht möglich. GIS - Auswertungen sind nur bedingt mit Standard-Bürokommunikationsanwendungen vergleichbar!

Was kann GIS derzeit leisten?: Schnellere Verfügbarkeit vorhandener Daten, verbesserte Auswertungsmöglichkeiten von Daten, verbesserte Visualisierung von Zusammenhängen. Wenn eine GIS-

Hierzu gab es im Autorenteam durchaus unterschiedliche Auffassungen. Dies kann manchmal auch als Ausrede gebraucht werden. Naturschutzbehörden waren in der Vergangenheit methodisch stark deskriptiv ausgerichtet und häufig technikfern, wenn nicht sogar technikfeindlich. Im technischen Umweltschutz ist die Ingenieurs- und Technikerdichte deutlich höher, Technikanwendung liegt da nahe.

Anwendung einmal steht, treten Fragen der Aktualität auf :

- wie halte ich Daten über Arten, Nutzungen und Lebensräume aktuell (Zeit- und Finanzaufwand)?
- Zeitreihen-Entwicklungen dokumentieren (Biotopeveränderungen, -verluste).

Da die digitale Aufbereitung der Daten sehr zeitaufwendig und damit kostenintensiv ist, ergeben sich zwei zentrale Forderungen:

- Digitale Aufbereitung muß einfacher werden (verbesserte Scanverfahren; GPS-Einsatz); GIS-Daten müssen über eine genormte GIS-Schnittstelle beliebig austauschbar sein. GIS täuscht eine Sicherheit vor, die tatsächlich nicht existiert. Wie lernt der Anwender, insbesondere bei Eingriffsvorhaben, damit umzugehen?

GIS wird von Menschen gemacht und damit ist es auch abhängig von der Kooperationsbereitschaft bzw. -fähigkeit dieser Menschen, was schnellen Erfolgen Steine in den Weg legt (häufiges Akzeptanzproblem durch Einstellung: "*Not invented by us*"). Der integrierte Ansatz, der zum Erarbeiten umfassender, fachübergreifender Lösungen erforderlich ist, spiegelt sich derzeit noch nicht in den Strukturen der Arbeitswelt wider.

Die Heterogenität der Systeme sowie der Kostenfaktor erschweren die flächenhafte Verbreitung von GIS-Systemen. Auch fehlen Standardanwendungen (wie etwa in anderen Bereichen die Textverarbeitung oder Business-Grafik) für den Naturschutzbereich fast gänzlich.

Freies Angebot von Lebensräumen bedrohter Tier- und Pflanzenarten birgt schwer abschätzbare Risiken (Aufsuchen der Örtlichkeiten durch Sammler, Fotografen etc.) in sich.

Die hypermediale Informationsgesellschaft kann bei entsprechender Strukturierung zu einer effizienten Wissenserschließung beitragen.

Fehlende Infrastruktur, was die bundesweite Vernetzung angeht. Akzeptanz- und Sicherheitsbedenken bei den Behörden. Offen ist auch die Frage, ob die Leistungsfähigkeit selbst von ISDN ausreicht, multimediale GIS-Anwendungen über Netz zu nutzen.

Hier ist wichtig: Arbeitsteilung zwischen verschiedenen spezialisierten Experten beachten: Der Naturschutzfachmann sollte mit GIS-Technik umgehen, aber nicht jeder sollte auch zum GIS-Experten werden. Hier helfen Systeme, die außer einer Vollversion auch über Viewer-Komponenten verfügen, die in eine normale Büroumgebung eingebunden werden.

2 Erfahrungen beim Aufbau von UIS auf der Ebene der Bundesländer

These 1:

Handeln von Behörden und Landesämtern setzt de-facto-Standard!

Dies geschieht z.B. dadurch, das das Landesamt ressortspezifische Software entwickelt, die auch die

Interessen der anderen Datenlieferanten berücksichtigt und an diese kostenlos abgegeben wird (Beispiel Sachsen-Anhalt). Das Landesamt erhält dafür die laufend erhobenen Daten des Softwarenutzers, alle Rechte an den Daten verbleiben bei diesem. Durch diesen de-facto-Standard auf Software-Ebene wird auch eine Standardisierung der damit erfaßten Daten erreicht - diese haben immer das durch die Software vorgegebene Format.

Ähnliche Effekte wurden (ebenfalls in Sachsen-Anhalt) im GIS-Bereich durch die kostenlose Bereitstellung von CIR-Luftbild- Interpretationsdaten und (zukünftig) ATKIS-Daten im ARC/INFO-Format erreicht. Hier ist das Landesamt der Datenbereitsteller, der die Nutzer zu einem bestimmten Software-Standard führt. Die ressortspezifische Modularisierung erweist sich als sehr günstig, da damit handliche Softwarepakete entstehen, die unabhängig voneinander weiterentwickelt werden können.

These 2:

Enorme Arbeitsbelastung der untereren und mittleren Naturschutzbehörden u.a. durch Eingriffs-/Ausgleichsregelungen

Bei den Befragungen zum *Fachlichen Feinkonzept* wurde festgestellt, das insbesondere die unteren (kommunalen) und die mittleren Behörden (Regierungsbezirke) erheblich durch Verwaltungsaufgaben im Rahmen der Eingriffsregelung belastet sind. Deshalb wird das Schwergewicht der weiteren Fachinformationssystem-Entwicklung - neben der Datenintegration - auf ein Modul für die Eingriffsregelung gelegt, bestehend aus

- Eingriffskataster
- Eingriffsflächen- und Kompensationsflächenkataster
- Vorgangsverwaltung.

These 3:

Die Integration heterogener Daten ist nur mit GIS möglich

Eine Integration unterschiedlichster, ressortspezifischer Daten kann im Prinzip auf zwei Wegen erreicht werden:

- a) sachbezogen in einer Datenbank in Form eines Gesamtkatasters, in dem auch Relationen zwischen ressortspezifischen Daten erzeugt werden
- b) raumbezogen im GIS, in dem die raumbezogenen Daten der Ressorts zusammenlaufen.

These 4:

Software-Entscheidungen in Bundesländern und großen Kommunen beeinflussen (in Zukunft zunehmend) die regionale "GI-Industrie".

Bei der Systemauswahl im GIS-Bereich haben sich die Entscheidungen für Systeme als günstig erwiesen, die Lösungen für den Desktop- und den Großdatenbank-Bereich anbieten, was genau den Bedürfnissen des UIS entspricht. So gehen auch die ehemals großen, "monolithischen" Anbieter die Wege zum (client-basierten-) "front-end" (ESRI:

ArcView, SDE, Intergraph: Windows NT, OLE2 etc.).

SDE ist jedoch für viele (noch) Zukunftsmusik - wird bei besseren WAN zunehmend wichtiger. Große räumliche Datenbanken (lokal) lassen sich auch schon jetzt ohne SDE managen.

Probleme ergeben sich in der Heterogenität besonders auf der lokalen Ebene und in der mangelnden Kommunikation zwischen Landes- und Lokalebene. Hier bestehen zahlreiche, den Autoren bekannte Beispiele, daß auf Landesebene ein "großes" (= teures) GIS besteht und z.B. auf Bezirks- oder Kreisebene lowcost - Lösungen eingesetzt werden, die z.T. zu teuren Lösungen werden, wenn sich herausstellt, daß Daten nicht übernommen werden können usw.

3 Probleme und Erfahrungen beim Aufbau von UIS auf der Ebene von Kommunen

Viele Kommunale Verwaltungen sind mit ihren instrumentellen Mitteln z.Z. noch auf dem Wege vom "Ärmelschoner" zum Laptop. Viele der bisher in diesem Symposium gezeigten Anwendungen, Softwareentwicklungen und Problemlösungen, die außerhalb von Kommunalverwaltungen erarbeitet wurden, stellen Grundlagen dar, die erst noch in den realen Verwaltungsalltag einzuführen sind. Ohne Berücksichtigung der Anforderungen und Bedarfe aus der realen Praxis vor Ort werden viele Ergebnisse der Informatik im Umweltschutz Produkte sein, die wenig wirkungsvoll sind und dem Umweltschutz zunächst wenig dienen. Die Kluft zwischen universitärer Realität und Situation und Bedarf in kommunalen Umweltverwaltungen ist noch sehr hoch. Es müssen stärker Lösungen erarbeitet werden, die diese Defizite und Lücken füllen.

Der erfolgreiche Einsatz von Kommunalen Umweltinformationssystemen (KUIS) hängt von mehreren Faktoren ab:

- KUIS müssen dazu beitragen, den Verwaltungsalltag zu effektivieren. Jede einzelne Anwendung muß die Wahrnehmung einer Aufgabe qualitativ und quantitativ verbessern.
- Jeder betroffene Sachbearbeiter muß seinen Vorteil in der Anwendung der Technik sehen und sich bei der Weiterentwicklung engagieren wollen.
- Die Effizienz der Kommunen wird nicht nur bestimmt durch die Verwaltungsspitze. Die Handlungsfähigkeit wird vielmehr bestimmt durch ein Netz und System von handelnden Akteuren und deren menschlichen, fachlichen, gesetzlichen und technischen Beziehungen untereinander.
- Um in einem so komplexen System Information übermitteln zu können, muß dieses Netz erkannt und die "Klaviatur" über das Netz beherrscht werden.

Es zeigt sich aus Erfahrung auch, daß der Erfolg eines KUIS nicht nur abhängig vom Engagement des Initiators und der Verwaltungsspitze ist. Viel-

mehr spielen auch externe Ämter und Stellen eine große Rolle, z.B. Vermessungs- und Katasteramt, Datenverarbeitungsamt/referat, Personalamt/Personalrat, Stadtplanungsamt, Statistisches Amt, Stadtwerke, Stadtkämmerei usw.

Darüber hinaus ist häufig das Parlament bzw. die Regierungsspitze einer Kommune zu beteiligen oder ein Einvernehmen mit Kommunalverbänden oder Landesregierungen zu erreichen. Die Meinungsbildung wird bestimmt durch externe Spezialisten von Universitäten oder Firmen. Die Entscheidungsfindung in der Kommune hängt schließlich ab von dem allgemeinen Kenntnisstand der Entscheider über die Materie. Es vergehen jedoch oft viele Jahre vom Wunsch eines KUIS bis zu dessen effizientem Funktionieren. Dieser Prozeß müßte in Zukunft durch moderne Kommunikationsmethoden und dem Lernen aus den Fehlern anderer beschleunigt werden.

4 Kommunikations- und Informationsgesellschaft - Konsequenzen

Naturschutz ist kostspielig, häufig aufwendig und meistens im Konflikt mit wichtigen wirtschaftlichen Interessen. Politisch ist er nur abzusichern, wenn breite Bevölkerungsschichten als pressure groups unterstützen. Hier helfen Gefühlsappelle "Naturschutz ist schön, romantisch..", PR-Maßnahmen "Naturschutz ist wichtig und modern", aber in erster Linie diskursfeste Informationen zum Zustand und zur Gefährdung der Natur. Dadurch bekommen die kostspielig erhobenen Daten einen zusätzlichen Nutzen und Wert. Wichtig sind geeignete Kommunikationsformen zur Übermittlung der Informationen.

4.1 Recht auf freie Umweltinformation

Aus heterogenen Erfahrungen ergeben sich folgende Aspekte:

POSITIV

- Freier Zugang für den Bürger!
- Transparenz!
- Demokratisierung der Informationsgrundlagen!
- Das UIG ruft zum Barrierenabbau wo irgend möglich auf. In unmittelbarer Folge dieses Gesetzes bietet z.B. das Land Niedersachsen Daten im Internet kostenfrei an.

NEGATIV

- Führt zu teilweise massiv gehäuften Nachfragen nach Daten. Kann langfristig nicht mehr durch Personalmehraufwand und bürokratische Barrieren (Auskunftsfristen etc.) bewältigt werden, sondern nur durch die in Punkt 5 angesprochenen Möglichkeiten. Zu beachten sind die unterschiedlichen Besitzverhältnisse an Daten und eventuell schützenswerte Informationen (personenbezogene und Schutzobjekt-bezogene).

4.2 Internet

Trotz der derzeitigen starken Zurückhaltung der Behörden (kommunale Einrichtungen haben selten Netzzugang, das Landesdatennetz wird gegen das Internet abgeschirmt) scheinen wesentliche Fortschritte mit diesen Technologien erreichbar:

- der Aufbau von dynamischen Metainformationssystemen mit HTML-Verweisen und Nutzung von Suchmaschinen-Technologie,
- der direkte Durchgriff auf Daten unter Berücksichtigung von Zugriffsrechten und evtl. Bezahlung,
- der Zugriff auf Daten, für die beim Client keine Browser-Software vorhanden ist, mittels Download von Java-Applets,
- die Bearbeitung von Anfragen und Analysen beim Datenserver unter Nutzung von SQL- und SDE (?)-Technologien. Das Netz wird nur noch mit den Ergebnisdaten belastet.

4.3 UIS als Grundlage zur Entscheidungsunterstützung

Die vorherrschende (und wahrscheinlich zutreffende) Meinung ist, dass Bewertungen und Entscheidungen (insbesondere im Naturschutz) nur begrenzt automatisierbar sind. Die wissens- und erfahrungsbasierte Intuition des Experten ist oftmals zutreffender als komplizierte Simulationen. Dies trifft allerdings nicht auf bestimmte, gut quantifizierbare chemisch-physikalische Prozesse zu. So kann die Schadstoffbelastung bei verschiedenen Windrichtungen z.B. sehr gut modelliert werden, wenn entsprechende Maß- und Prüfgrößen und Ausbreitungsparameter bekannt sind.

Das UIS kann eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung entscheidungsunterstützender Daten leisten. Wesentliches Manko ist, dass keine Aussagen über Vollständigkeit, Zuverlässigkeit bzw. Fehlerhaftigkeit der Daten gemacht werden. Insbesondere die stark verbesserten Präsentationsmöglichkeiten suggerieren eine nicht vorhandene Qualität der Daten.

5 Was hat die Natur davon? - Eine kritische Betrachtung

Diese Frage wird stark diskutiert. Die Antworten reichen von "Wir haben alles im Griff" und "Die Eigen-Kompensationsfähigkeit der Ökosysteme ist groß genug" bis hin zu "Wir verwalten die Naturzerstörung" und "Wir können nur einzelne Beiträge zur Verbesserung der Situation liefern".

Tatsächlich erscheint es zweifelhaft, ob UIS in ihrer derzeitigen Ausprägung in der Lage sind, rechtzeitig auf Veränderungen der Situation und neue Anforderungen zu reagieren. Wesentliche Schwierigkeiten sind:

- die unzureichende Kenntnis über die Dynamik natürlicher Systeme
- die lange und schwierige Datenerfassung (im Naturschutz)

- die Konzepte (und Realisierungen) von UIS laufen den Anforderungen der Praxis oft hinterher.

Damit bieten UIS (derzeit) keine Basis für ein vorausschauendes und in Echtzeit reaktionsfähiges Handeln, sondern verwalten die bereits stattgefundenen Veränderungen mit zeitlichem Nachlauf. Dies muß jedoch nicht immer so bleiben.

Derzeit haben GIS - Anwendungen besonders in der Verwaltung kaum "analytischen Tiefgang". Der Erkenntnistransfer zwischen Forschung und Verwaltung ("Schnittstelle UNI-Behörde") erfolgt schleppend. Hier sind wir erst am Beginn eines Prozesses. Der Kenntnisstand und die Entscheidungsgrundlage in der Praxis muß verbessert werden. Die Autoren sind mehrheitlich der Ansicht, daß auf der GIS-Seite die hard- und softwaretechnischen Voraussetzungen eines effizienten und vorausschauenden Einsatzes gegeben sind, neben der beschriebenen schwierigen Datenerfassung aber vor allem das Fehlen von Umsetzungsanleitungen von Fachwissen in GIS sowie die organisatorische Integration in bestehende - zumeist sektorale und wenig vernetzte - Behördenstrukturen limitierend sind.

6 Literatur

MACK, J. und PAGE, B. (im Druck):

Zum Stand der UIS-Entwicklung auf Landes- und Bundesebene: Eine Dokumentation auf dem WWW. Erscheint in: Umweltinformatik '96. Informatik für den Umweltschutz. Metropolis-Verlag, Marburg.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Thomas Blaschke
Institut für Geographie
Universität Salzburg
tblaschk@geo.sbg.ac.at

Mathias Bock
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
und Umweltschutz, Berlin
bock@contrib.de

Wolfgang DuBois
Stadt Münster, Umweltamt
Lindenstraße 20-24
48127 Münster

Klaus Greve
Umweltbehörde Hamburg
FG5A091@geowiss.uni-hamburg.de

Rolf Helfrich
Bayerisches Staatsministerium für
Landesentwicklung und Umweltfrage
München
helfrich@trans.net

Stefan Jensen
Niedersächsisches Umweltministerium
stefan.jensen@mu.land-ni.dbp.de

Heiner Nagel
Landesamt für Umweltschutz
Sachsen-Anhalt, Halle
100257.2243@compuserve.com

Integration von Funddaten ins Natur- und Landschaftsschutzinventar Graubünden mit GIS

Norbert DANUSER

Zusammenfassung

Ein zentrales Problem bei der Integration von Funddaten in ein GIS besteht darin, daß beim Aufbau der Datenbanken eine mögliche Verwendung der Daten in einem graphischen System nicht berücksichtigt wurde. Am Beispiel von acht floristischen und faunistischen Funddateien wird aufgezeigt, mit welchen Mängeln Koordinatenangaben behaftet sein können. Für die nachträgliche Bestimmung der positionalen Genauigkeit von Punktdaten wird ein Modell dargestellt, das auf verschiedenen Untersuchungen beruht. Allerdings war es nicht möglich, alle Mängel und Fehler nachträglich mit vertretbarem Aufwand zu beheben.

Bezüglich der Semantik der verwendeten Dateien wurden ebenfalls einige Unzulänglichkeiten festgestellt. So wurden z.T. Attributfelder nicht korrekt definiert oder einem falschen Datentyp zugewiesen. Mögliche Qualitätsverbesserungen werden sowohl für die positionale Genauigkeit als auch für die Semantik in einer Datenbank aufgezeigt.

Zwei Anwendungsbeispiele sollen eine mögliche Nutzung der integrierten Daten zeigen. Bei der einen Anwendung wird versucht, Potentialgebiete für bestimmte Biotoptypen mittels floristischer und faunistischer Zeigerarten zu lokalisieren. Mit der anderen Anwendung sollen Prioritätsgebiete für den Artenschutz aufgrund gefährdeter Arten ermittelt werden.

1 Einleitung

In den letzten Jahren nahm im Bereich Naturforschung und Naturschutzarbeit die Erhebung von Daten in digitaler Form stark zu. Leider werden einmal erhobene Daten allzu oft nur für die vorgesehene Aufgabenlösung benutzt. Die beschränkt zur Verfügung stehenden personellen und finanziellen Mittel verlangen jedoch nach mehrfacher Nutzung von Daten. Dies umso mehr, weil erfahrungsgemäß bei GIS-Projekten zwischen 60% und 80% der Geldmittel für die Datenerhebung und digitale Erfassung der Daten aufgewendet werden müssen.

Das Amt für Landschaftspflege und Naturschutz Graubünden führt ein GIS-gestütztes Natur- und Landschaftsschutzinventar (Software: ARC/INFO). Neben den eigens für das Inventar erhobenen Informationen verfügt das Amt über weitere, für die Naturschutzarbeit interessante, digitale Daten. Von

großer Bedeutung sind vor allem floristische und faunistische Funddaten, da sie besondere Hinweise für den Arten- und Biotopschutz liefern können und zudem zahlenmäßig recht häufig sind. Für die Integration, wie sie im Rahmen dieses Beitrags vorgestellt wird, wurden folgende acht Funddateien berücksichtigt: Amphibien, Reptilien, Libellen, Tagfalter, Heuschrecken, Weichtiere, Blütenpflanzen und Moose. Diese Dateien wurden von verschiedenen Institutionen und Organisationen zur Verfügung gestellt. Sie enthalten Funde aus dem ganzen Kantonsgebiet, wobei die meisten Objekte Zufallsfunde sind und nur wenige systematischen Aufnahmen entstammen. Insgesamt vereinen die acht Dateien knapp 40.000 Funde.

Integration ist ein Begriff, der in zahlreichen Fachgebieten eine wichtige und oftmals im Vergleich zu anderen Gebieten kontrastierende Bedeutung hat. Selbst im Bereich GIS vereint der Begriff eine Reihe verschiedener Aspekte (vgl. SHEPHERD 1991). Hier ist unter Integration derselbe Prozess zu verstehen, wie er von RHIND (1984) beschrieben wird: *"Data integration is the process of making different data sets compatible with each other, so that they can reasonably be displayed on the same map and so that their relationships can sensibly be analysed"*.

2 Inkonsistenzen

2.1 Geometrie und Lokalisierung

Die räumliche Position der Funde wird in allen acht Funddateien durch Koordinatenpaare wiedergegeben. Geometrisch betrachtet handelt es sich also bei diesen Funden um Punktobjekte. Jedes Punktobjekt in einem GIS ist mit einer gewissen positionalen Ungenauigkeit behaftet. Die positionale Genauigkeit dieser Punktdaten hängt hauptsächlich von zwei Prozessen ab: der Übertragung von Objekten aus der realen Welt auf die Karte sowie der Bestimmung der Koordinaten.

Bei der Ermittlung der positionalen Genauigkeit der Funddaten stellte sich ein grundsätzliches Problem: Bei den meisten Funden wurden bei der Erhebung keine Angaben zur positionalen Genauigkeit gemacht. Die nachträgliche Bestimmung der Genauigkeit konnte deshalb größtenteils nur sehr allgemein erfolgen, obwohl die Genauigkeit stark von

der angewendeten Erhebungsmethodik und der bearbeitenden Person abhängt. Eine objektspezifische Bestimmung war nur in bestimmten Fällen möglich.

Zur Ermittlung der Genauigkeit bei der Übertragung von Punktobjekten aus der realen Welt auf die Karte (**Übertragungsgenauigkeit**) wurde eine informelle Untersuchung durchgeführt. Von folgender Annahme wurde ausgegangen: Beim Einzeichnen eines Punktes auf der Karte bestimmt die kartierende Person gedanklich eine Fläche, in der sie die tatsächliche Position des Punktes vermutet und schätzt dann den Mittelpunkt dieser Fläche. Bei eigenen Kartierungsversuchen auf einer schweizerischen Landeskarte 1:25'000 (übliche Kartierungsgrundlage für diese Zwecke) wurde festgestellt, dass die Grösse der gedanklich festgelegten Fläche je nach Gelände variiert. In Gelände mit nahegelegenen Anhaltspunkten (z.B. freistellende Bäume oder Häuser, die auf der Karte identifizierbar sind) betrug der Durchmesser der Fläche ca. 1mm (25m). In offenem Gelände erhöhte sich dieser auf 2mm (50m), und im Wald lag er zwischen 3 und 5mm (75-125m). Die nachträgliche Bestimmung, in welchem Gelände jeder einzelne Fund beobachtet wurde, wäre nur unter grossem Aufwand möglich. Für die Weiterverarbeitung der Funddaten wurde eine Übertragungsgenauigkeit von 50m vereinbart (25m in jede Richtung von der angegebenen Koordinate aus). In der Praxis wird die Ungenauigkeit oft noch grösser sein, weil für viele Anwendungen keine hohe Genauigkeit verlangt wird und sich KartiererInnen auch nicht allzu stark um eine hohe Genauigkeit bemühen.

Für die Abschätzung der Genauigkeit bei der Koordinatenbestimmung auf der Karte (**Messgenauigkeit**) wurde eine Untersuchung bei 19 Personen durchgeführt, die jeweils für fünf Punkte die Koordinaten zu bestimmen hatten. Von den total 190 erhaltenen Koordinatenwerten wurden 5 von den statistischen Auswertungen ausgeschlossen, weil sie um mehr als 100m (4mm) vom Mittelwert abweichen und somit kaum auf die Messgenauigkeit sondern auf Messfehler zurückzuführen sind. Die Standardabweichung der übriggebliebenen Werte beträgt 11m. Für das häufig verwendete Vertrauensintervall von 90% (vgl. DRUMMOND 1995) ergibt

das einen Wert von 36m je 18m in negative und positive X- und Y-Richtung vom Mittelwert aus).

Neben der allgemeinen positionalen Genauigkeit bestehen auch objektspezifische Genauigkeitswerte (**Koordinatengenauigkeit**). Dies ist der Fall, wenn die Fundkoordinaten nicht durch alle 6 Stellen des schweizerischen Koordinatensystems angegeben werden. Normalerweise haben Koordinatenangaben die Form XXX'XXX/YYY'YYY und sind dadurch bis auf den Meter genau bestimmt. Durch das Weglassen von Koordinatenstellen wird die Koordinatengenauigkeit dementsprechend reduziert. Eine Koordinate von der Form XXXIYYY gibt beispielsweise eine maximale Genauigkeit von einem Kilometer wieder. Graphisch kann eine solche Angabe durch eine Fläche von 1x1km dargestellt werden. Diese Fläche kann allerdings auf zwei verschiedene Arten aufgespannt werden. Die Koordinatenangabe kann sich auf die untere linke Ecke des Rechtecks beziehen (Unten-LinksMethode) oder auf das Zentrum des Rechtecks (Auf-/AbrundungsMethode). Eine Untersuchung hat ergeben, dass 14 von 18 getesteten Personen (knapp 80%) die erste Methode bei der Angabe dreistelliger Koordinaten verwenden. Bei 6 derjenigen 14 KartiererInnen, die die Unten-LinksMethode für dreistellige Koordinaten anwendeten, wurde zusätzlich getestet, welche Methode für vierstellige Koordinatenangaben verwendet wird. Interessanterweise entschieden sich alle 6 Personen diesmal für die Auf-/AbrundungsMethode. Die Verwendung der Notationsmethode ist offensichtlich präzisionsabhängig.

Zur Bestimmung der gesamthaften positionalen Genauigkeit wurde grundsätzlich die Übertragungs- und die Messgenauigkeit addiert, weil die zugrundeliegenden Prozesse voneinander unabhängig sind. Zusätzlich kann noch die Koordinatengenauigkeit hinzukommen. Bei fünfstelligen Koordinaten wurde die Koordinatengenauigkeit (10m) nicht miteinbezogen, weil sie durch die viel grössere Übertragungsgenauigkeit von 50m nicht relevant ist. Bei vierstelligen Angaben wurde die Übertragungsgenauigkeit wegen der ausreichenden Repräsentation durch die Koordinatengenauigkeit weggelassen. Die Messgenauigkeit wurde berücksichtigt, weil vierstellige Koordinaten nicht direkt abgelesen werden können, sondern gemessen werden müssten

Tabelle 1

Zusammensetzung der positionalen Genauigkeit für verschiedene Koordinatennotationen

Koordinatenstruktur	xxx	xxx'x	xxx'xx und xxx'xxx
Übertragungsgenauigkeit			50
Messgenauigkeit		36	36
Koordinatengenauigkeit	1000	100	0
Positionale Genauigkeit insgesamt	1000	136	86

(in der Praxis werden sie wohl oft nur geschätzt). Bei dreistelligen Koordinatenangaben wird sowohl die Übertragungsgenauigkeit als auch die Messgenauigkeit genügend durch die Koordinatengenauigkeit repräsentiert (Tabelle 1).

Aufgrund der Erkenntnisse bezüglich der positionalen Genauigkeit können die Funddaten nicht mehr grundsätzlich als punktförmige Objekte behandelt werden. Deshalb wurden sie bei der weiteren Verwendung als Flächen mit der Ausdehnung der zugrundeliegenden Genauigkeit (**Unsicherheitsfläche**) verarbeitet. Weil sich die Unsicherheitsflächen von Funden überschneiden können, mussten die Funde im GIS ARC/INFO als einzelne Regionen organisiert werden. Auf die Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des wahren Fundorts innerhalb der Unsicherheitsfläche wurde verzichtet.

Weitaus gravierender als die positionale Genauigkeit können sich Koordinaten, die mit Fehlern im engeren Sinne behaftet sind, auf die Position von Punkten auswirken. Solche Fehler können bereits bei der Koordinatenbestimmung auf der Karte unterlaufen, indem entweder die Koordinaten falsch abgelesen oder falsch notiert werden. Bei der oben erwähnten Untersuchung waren immerhin bei 5 von 95 Koordinatenpaaren die X- oder Y-Koordinate fehlerhaft (mind. 100m Abweichung vom Mittelwert). Weitere Fehler können durch falsche oder vertauschte Zahlenfolgen bei der Eingabe von Koordinaten über die Tastatur eingebracht werden. Diese Fehler können extrem gross sein und sind nur in den wenigsten Fällen durch Plausibilitätstest auffindbar (z.B. räumliche Begrenzung des Vorkommens).

Die digitale Erfassung von Punktdaten über die Tastatur ist in der Praxis sehr verbreitet. Angesichts der geringen Genauigkeit (bedingt durch die Koordinatenbestimmung) und der nicht zu unterschätzenden Fehlerquote bei der Dateneingabe ist diese Methode aber eher unbefriedigend. Zur Verminderung von Fehlern bei der Dateneingabe muss die Digitalisierung von Punkten mit der Maus in Betracht gezogen oder zumindest die Eingabe sechsstelliger Koordinatenangaben erzwungen und die Durchführung von Plausibilitätstests vorgenommen werden. Eine zukunftsweisende Methode ist vielleicht die Verwendung von GPS (Global Positioning System). Mit diesem System kann aufgrund von Satelliten die Position im Gelände auf einige Centimeter bis mehrere Meter genau je nach System und Topographie bestimmt werden. Zusätzlich können durch die direkte digitale Aufzeichnung der Koordinaten Eingabefehler vermieden werden (abgesehen von Manipulationsfehlern). Daß diese Systeme bereits erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden, zeigen DÖLLER (1994) und KAISER (1994).

Die digitale Erfassung von Punktdaten über die Tastatur ist in der Praxis sehr verbreitet. Angesichts

der geringen Genauigkeit (bedingt durch die Koordinatenbestimmung) und der nicht zu unterschätzenden Fehlerquote bei der Dateneingabe ist diese Methode aber eher unbefriedigend. Zur Verminderung von Fehlern bei der Dateneingabe **muss** die Digitalisierung von Punkten mit der Maus in Betracht gezogen oder zumindest die Eingabe sechsstelliger Koordinatenangaben erzwungen und die Durchführung von Plausibilitätstests vorgenommen werden.

2.2 Semantik

Um natürliche Phänomene in ein GIS abbilden zu können, müssen sie stark abstrahiert werden. Dieser Abstraktion kommt eine grosse Bedeutung zu, weil sich Unklarheiten und Inkonsistenzen semantischer Art verheerend auswirken können. Dateien, die auf der Grundlage unklarer semantischer Definitionen aufgebaut werden, sind für eine weitere Verwendung oft praktisch wertlos.

Problematisch sind beispielsweise Textfelder, die ausführliche Beschreibungen von Sachverhalten zulassen. Sie wirken verführerisch, weil der Abstraktionsgrad nicht so hoch ist und somit der Informationsverlust vermeintlich gering gehalten werden kann. Für Abfragen und Auswertungen sind nicht-kodierte Textfelder aber in den meisten Fällen ungeeignet. Das Informationspotential kann oft nur schwach genutzt werden oder liegt sogar ganz brach (vor allem bei umfangreichen Dateien).

Der Vergleich der acht Funddateien sowie der dazugehörigen Relationen brachte verschiedene, z.T. sehr grosse Definitionsmängel zum Vorschein. So wurden z.B. Koordinaten in einem einzigen Feld in der Form xxx.xxx/yyy.yyy erfasst, rein numerische Attribute wurden in Textfeldern gespeichert oder die Entschlüsselungstabellen zu kodierten Feldern waren unvollständig.

Diese Beispiele sollen die Wichtigkeit aufzeigen, beim Aufbau neuer Datenbanken einen entsprechenden Aufwand für die Definition der zu erhebenden Entitäten, ihrer Merkmale und Kategorien sowie der Datenstrukturen zu betreiben. Nicht minder wichtig ist auch die Erstellung geeigneter Eingabemasken, die bereits möglichst viele Fehler verhindern sollen und können.

3 Integration

Auf konzeptueller Ebene werden in der Literatur verschiedene Ansätze zur Datenintegration diskutiert. Beispielsweise die Verknüpfung inhomogener Daten unter Angabe der Unsicherheiten (BRIGGS & MOUNSEY 1989), die Konvertierung von Daten in eine einzige Zielversion (NYERGES 1989) oder die Repräsentation von Daten auf einer gemeinsamen, generalisierten Basis durch die Reduktion räumlicher und thematischer Information (vgl. SHEPHERD 1991). Einen flexibleren Ansatz verfolgen STEPHAN et al. (1993) mit dem *virtual data*

set, indem die Daten möglichst in ihrem Ursprungszustand abgespeichert und die Datensätze mit Methoden ausgestattet werden, die für jede Anwendung die optimale Datenbasis bereitstellen können. Dieser Ansatz ist allerdings erst als Konzept vorhanden.

Im vorliegenden Fall wurden zwei Ansätze verfolgt. Grundsätzlich wurden die thematischen Informationen der acht Funddateien auf eine gemeinsame **Informationsbasis** reduziert. Um diese möglichst breit zu halten, wurden einige weitere, wichtige Attribute, die nicht bei sämtlichen Dateien vorhanden waren, aufgearbeitet. Für die gemeinsame Informationsbasis mußten Zielstrukturen für die einzelnen Attribute vorgegeben und die Daten in die entsprechende Form konvertiert werden. Zur Informationsbasis gehören Angaben bezüglich der geographischen Lage, der positionalen Genauigkeit, des Fundalters sowie artenspezifische Angaben wie Taxon, Rote-Liste-Status, Schutzstatus, Zeigermerkmale usw.

Das Ziel beim Aufbau der Datenbankstruktur war die Einbindung der Ursprungsdateien. Das Grundgerüst der Struktur bildet die Datei mit der Informationsbasis. Über ein Schlüsselattribut läßt sich jeder Datensatz der Informationsbasis mit dem entsprechenden Datensatz der Ursprungsdatei verbinden. Dieses Schlüsselattribut wurde auch für die Verbindung zwischen den Objekten des Natur- und Landschaftsschutzinventars und den Funddaten verwendet. Erstellt wurde die Verbindung über die räumliche Verschneidung der Funddaten mit den flächenhaften Inventarobjekten. Damit Abfragen zu dieser Verbindung nicht nur im GIS, sondern auch in anderen relationalen Datenbanksystemen möglich werden (z.B. in Access für den Ausdruck von Inventarobjektblättern mit zusätzlicher Angabe von Funden), wurde die Verbindung in einer Datei fixiert.

4 Anwendungsbeispiele

Die Bereinigung von Inkonsistenzen und die Beseitigung von Inhomogenitäten war die Voraussetzung für die Verwendung der Funddaten im Zusammenhang mit dem Natur- und Landschaftsschutzinventar. Bei den folgenden zwei Anwendungsbeispielen ging es um die Lokalisierung von potentiellen Gebieten bestimmter Biotoptypen durch floristische und faunistische Zeigerarten bzw. um die Ermittlung von Prioritätsgebieten für den Artenschutz mittels gefährdeter Arten. Bei beiden Analysen wurde nach dem gleichen Prinzip vorgegangen. Jedem Fund wurde aufgrund der Arteneigenschaft ein bestimmter Zeiger- bzw. Prioritätswert zugewiesen. Dieser Wert wurde je nach Alter des entsprechenden Fundes gewichtet. Der Wert von Funden, die nach 1989 datiert sind, wurden zu 100% berücksichtigt. Ältere Funde erfuhren eine Wertverminderung von 2% pro Jahr. Alle vor 1950 datierten Fundwerte

wurden mit 20% gewichtet. Berücksichtigt wurde auch die positionale Genauigkeit der Funde, indem die Funde bei der räumliche Verschneidung als (Regionen-) Flächen behandelt wurden. Die Ermittlung der Potential- bzw. Prioritätsgebiete erfolgte auf der Basis eines Zellgitters mit bestimmter Maschenweite (500m bzw. 250m und 100m), das mit den Fundregionen verschritten wurde. Dabei konnte der Wert eines Fundes entweder einer einzelnen Gitterzelle zugute kommen (wenn die Unsicherheitsfläche vollständig innerhalb der Zelle lag), oder aber auf mehrere Zellen aufgeteilt werden (flächenprozentual). Für jede Gitterzelle wurde dann die Summe aller (Teil-) Fundwerte gebildet.

Als Resultate aus den Analysen wurde eigentlich erwartet, dass insbesondere Gebiete mit großem Potential für bestimmte Biotoptypen (viele Zeigerfunde) mit den entsprechenden Inventarobjekten relativ gut übereinstimmen. Denn es kann angenommen werden, dass die auffälligsten und wertvollsten Lebensräume des Kantons Graubünden bereits im Inventar erfasst sind. Die entsprechenden Auswertungen ergaben jedoch, daß die Übereinstimmung mit dem Inventar überaus gering ist und keine Korrelation zwischen der Höhe des Potentials und der Übereinstimmung besteht. Eine gewisse Skepsis bezüglich der Resultate ist also durchaus angebracht. Eine bessere Beurteilung der Resultate wäre durch die Verifizierung der Gebiete im Feld möglich. Bisher wurden allerdings noch keine durchgeführt. Die Resultate der Anwendungen haben insgesamt nicht viele neue Erkenntnisse gebracht. Immerhin konnte aber auf einige Gebiete mit großem Potential für den Naturschutz hingewiesen werden.

5 Schlussfolgerungen

Die Untersuchung der positionalen Genauigkeit punkthafter Daten hat einige Probleme aufgezeigt, die entstehen können, wenn Daten aus einer nicht-graphischen Datenbank in ein GIS integriert werden sollen. In dieser Hinsicht müssen bei naturschutzrelevanten Daten einige Verbesserungen angestrebt werden. Für die zwei Hauptverursacher von Ungenauigkeiten und Fehlern - der Datenaufnahme und der Dateneingabe - sind neue Strategien zu finden.

Der direkte Nutzen der Integration der Funddaten ins Natur- und Landschaftsschutzinventar Graubünden ist schwierig abzuschätzen. Sicherlich tragen die Daten zu einer Erhöhung des Informationsgehalts des Inventars bei und vermögen eventuell kleinere Lücken zu schliessen. Ihr Wert darf aber auch nicht überschätzt werden, weil eine stattliche Anzahl Funde mit Positionsfehlern oder großen Ungenauigkeitswerten behaftet ist und das Fundalter z.T. sehr hoch ist (ältester Fund stammt aus dem Jahr 1824). Zudem muss berücksichtigt werden, daß die verwendeten Funddaten durch ihre zufällige und

lückenhafte Erhebung ein räumlich unvollständiges Bild abgeben.

6 Literaturverzeichnis

BRIGGS, David; MOUNSEY, Helen (1989):

"Integrating land resource data into a European geographical information system: practicalities and problems", in: *Applied Geography*, Vol. 9 No. 1, 5-20.

DANUSER, Norbert (1996):

Integration naturschutzrelevanter Daten ins Natur- und Landschaftsschutzinventar Graubünden mit GIS, Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich.

DÖLLER, Herbert (1994):

"Kriterien zur Echtzeit-Datenerfassung für GIS mit dem Global Positioning System", in: *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung VI*, Salzburger geographische Materialien, Salzburg, Heft 21, 169-179.

DRUMMOND, Jane (1995):

"Positional accuracy", in: *Element of spatial data quality*, edited by Guptill, S.C. and Morrison, J.L., International Cartographic Association (ICA).

KAISER, Konrad (1994):

"Dritte Generation der GPS-Datenerfassung für GIS mit Trimble Kinematik und RealTimeKinematik - Demonstration an praktischen Beispielen", in: *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung VI*, Salzburger geographische Materialien, Salzburg, Heft 21, 293-300.

NYERGES, Timothy L. (1989):

"Schema integration analysis for the development of GIS databasis", in: *International Journal of Geographical Information Systems*, London (Taylor & Francis), Vol. 3, No. 2, 153-183.

RHIND, David W. [et al.] (1984):

"The Integration of Geographical Data", in: *Proceedings of the Australo Perth Conference*, Perth, 273-293.

SHEPHERD Ifan D. H. (1991):

"Information Integration and GIS", in: *Geographical Information Systems: Principals and Applications*, edited by Maguire, D.M., Goodchild, M.F. and Rhind, D.W., New York (Longman), Vol. 1, 337-360.

STEPHAN, Eva-Maria; VCKOVSKI, Andrei; BUCHER, Felix (1993):

"Virtual Data Set - An Approach for the Integration of Incompatible Data", in: *Proceedings of the AUTOCARTO 11 Conference*, Minneapolis (USA), S.93-102.

Anschrift des Verfassers:

Norbert Danuser
Amt für Landschaftspflege und Naturschutz
Graubünden
Loestraße 14
CH-7000 Chur

Aufbau und Einsatz von GIS für naturschutzfachliche Bearbeitungen in Braunkohlenlandschaften Mitteldeutschlands

Wolfgang FROTSCHER und Holger GOJ und Werner LEDERER

Zusammenfassung

Der mitteldeutsche Braunkohlenbergbau ist in den letzten 5 Jahren weitgehend vom aktiven in den Sanierungsbergbau übergegangen. Großflächige Landschaftsveränderungen und massive ökologische Schäden dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß vielfältige Landschaftspotentiale als Chance für einen ökologischen Neubeginn existieren. Viele seltene und gefährdete, vor allem an extreme Standorte gebundene Arten- und Lebensgemeinschaften haben in den Bergbauregionen neue Lebensräume gefunden. Die sehr zügig ablaufende Sanierung und der hohe Nutzungsdruck für die Zeit nach der Sanierung verlangen seitens des Naturschutzschutzes und der Landschaftsplanung kurzfristig Handlungsempfehlungen.

Seit August 1995 wird im Rahmen eines BMBF-Projektes Forschungsverbund Braunkohletagebaulandschaften Mitteldeutschlands (FBM) an "Konzepten für die Erhaltung, Gestaltung und Vernetzung wertvoller Biotope und Sukzessionsflächen in ausgewählten Tagebausystemen" gearbeitet.

Der Beitrag stellt ein modular aufgebautes GIS-Konzept (Microstation/MGE; Oracle) vor, dessen Kernstück ein "Biotopkataster" bildet. Neben der naturschutzfachlichen Erstbewertung auf Basis von flächenbezogenen Übersichtsdaten (Grundtabelle) sollen arten- und standortkonkrete Informationen (Spezifische Tabellen) auch über die Projektlaufzeit hinaus in das GIS aufgenommen werden. Diese biotoporientierten Angaben können im GIS mit weiteren Fachebenen wie z.B. Boden, Geomorphologie, Hydrologie verschnitten, überlagert und ausgewertet werden. Bereits in der Anfangsphase des Projektes ergeben sich gute Möglichkeiten, mit dem Sanierungsträger (Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft) abgestimmte Teilergebnisse laufend in die Gestaltungs- und Ausführungsplanungen zu integrieren.

1 Ausgangslage

Seit über 300 Jahren wird in Mitteldeutschland Braunkohle gewonnen. Beginnend mit primitiven, saisonal betriebenen "Bauerngruben", sich fortsetzend über Phasen des Tiefbaus sowie der Kleintagebaue (2. Hälfte des 19. Jh. und Anfang des 20. Jh.) hat der Braunkohlenbergbau seit den 20er und 30er

Jahren in den Großtagebauen "geologische Dimensionen" angenommen (BARTHEL 1962).

Verbunden mit dem Abbaugeschehen war und ist ein enormer Flächenverbrauch. Es ist in Mitteldeutschland, einschließlich Altbergbau, ein Territorium von mehr als 600 km² betroffen (TÜV RHEINLAND 1991). Das entspricht etwa der Fläche des Bodensees (583,5 km²) und des Chiemsees (82,0 km²) zusammen. Der Anteil der wiedernutzbar gemachten Flächen in den gegenwärtigen Sanierungstagebauen liegt bei durchschnittlich etwa 50% (BERKNER 1995). Einen Überblick über die derzeitige Braunkohletagebausituation in Mitteldeutschland soll Tabelle 1 geben.

2 Landschafts- und Naturschutzpotentiale in Braunkohletagebauebenen

Die vorbergbaulichen Ökosysteme und ihre inneren Wechselbeziehungen wurden irreversibel zerstört. Nach Einstellung des Abbaus bzw. nach der Sanierung/Rekultivierung erfolgt die Herausbildung neuer ökologischer Verhältnisse mit einer zur gewachsenen Landschaft vergleichsweise sehr hohen Entwicklungsdynamik. Bei der Entstehung der nachbergbaulichen Landschaften prägen vor allem in der Anfangszeit abiotische Verhältnisse und Prozesse sowie anthropogen gesteuerte Eingriffe das Bedingungsgefüge für die Biotopentwicklung (vgl. Abbildung 1).

Die abiotischen Ausgangsbedingungen in den Bergbaufolgelandschaften weisen dabei meist ökologische Extrema auf. Besonders typisch sind instabile Verhältnisse. Häufig stellen gerade diese z.T. ausgedehnten Extremstandorte wertvolle Biotope, Habitate und Rückzugsräume für gefährdete, seltene und damit schützenswerte Pflanzen- und Tierarten dar (hoher Anteil Rote-Liste-Arten). Beispiele dafür sind:

- die Entwicklung wertvoller Flachmoore, Quellmoore/Quellfluren, Weiher, Tümpel, Riedflächen und Röhrichte mit bedeutenden Initialbiotopen im NSG Zechau;
- das massenhafte Vorkommen der gefährdeten Blauflügeligen Ödlandschrecke auf ausgedehnten, dauerhaft vegetationsarmen/-freien sandig-trockenen Flächen im Innenkippenbereich des Tagebaus Mücheln (Geiseltal);

Tabelle 1

Die Braunkohlentagebauregionen Mitteldeutschlands

Tagebauregion	Bundesland	Fläche (ca. in ha) *	Sanierungsgebiete**	aktive Tagebaue**
Gräfenhainichen	Sachsen-Anhalt	4386	- Golpa-Nord	- Gröbern
Bitterfeld	Sachsen-Anhalt	9923	- Goitsche	- Köckern
Zeitz/Weißenfels/ Hohennölsen	Sachsen-Anhalt/ Sachsen	8976	- Profen-Nord	- Profen
Harbke (Wulfersdorf)	Sachsen-Anhalt	559	- Wulfersdorf	
Nachterstedt/ Schadeleben	Sachsen-Anhalt	1977	- Nachterstedt/ Schadeleben	- Königsau
Amsdorf	Sachsen-Anhalt	1615		- Amsdorf
Halle-Ost	Sachsen-Anhalt	1552	- Lochau	
Merseburg-Ost	Sachsen-Anhalt	1436	- Merseburg-Ost	
Geiseital	Sachsen-Anhalt	5265	- Mücheln	- Kayna-Süd - Roßbach
Zwenkau/Espenhain	Sachsen	7782	- Espenhain	- Zwenkau
Borna	Sachsen	5983	- Bockwitz	- Witznitz II
Vereinigte Schleenhain	Sachsen	4951		- Schleenhain***
Delitzsch-Süd	Sachsen	2481	- Delitzsch Südwest	- Breitenfeld
Meuselwitz	Thüringen/ Sachsen	3575	- Zechau - Haselbach	- Phönix-Nord

*einschl. Altbergbau; Quelle: TÜV RHEINLAND 1991; ** Stand: 1995; *** im Tagebauverbund Peres, Schleenhain, Grotzsch-Dreieck

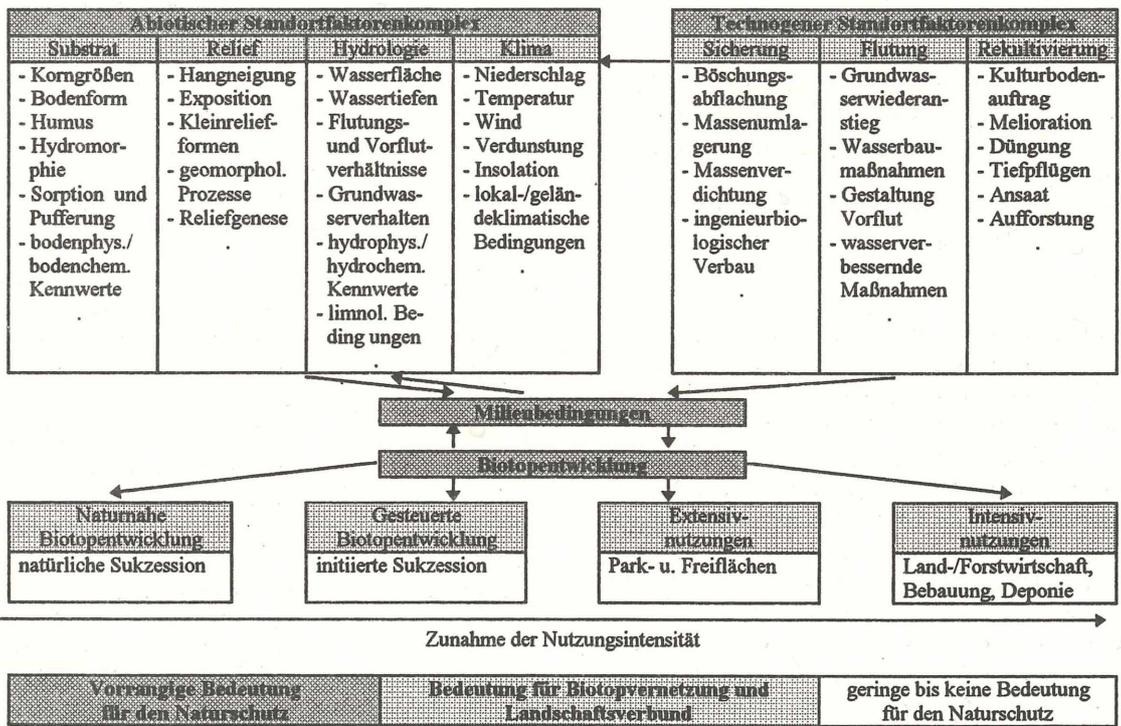


Abbildung 1

Faktoren und Merkmale des Standortgefüges in Braunkohlensanierungsgebieten

- die Sandtrockenrasenstandorte mit Silbergras und Sand-Strohblume im Tagebau Goitsche.

Der Mangel entsprechender Lebensräume in der Kulturlandschaft macht deshalb gerade die Bergbaufolgelandschaften zu wichtigen Ersatzlebensräumen. Insgesamt ist noch zu wenig über die ablaufenden Prozesse und Entwicklungsabläufe bekannt, und es fehlt der flächendeckende Überblick.

3 Bergbausanierung und Naturschutz/Landschaftsentwicklung

Halden, Restlöcher, Veredlungsanlagen und Betriebsbahnen unterliegen laut Bundesberggesetz der uneingeschränkten Sanierungspflicht. Das Bergrecht fordert insbesondere die Herstellung der öffentlichen Sicherheit und Rekultivierungs-

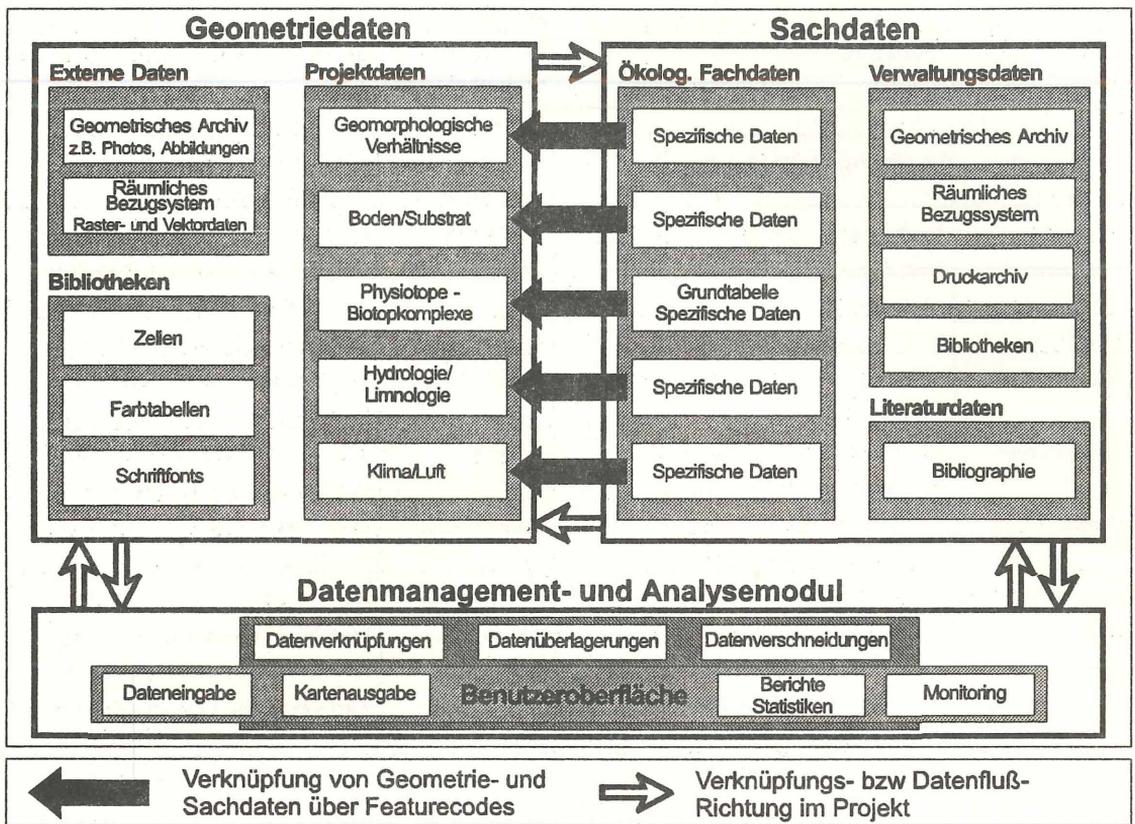


Abbildung 2

Grundaufbau des GIS

maßnahmen zur Schaffung einer nachsorgearmen Folgenutzung.

Mit den dazu notwendigen Sanierungsarbeiten (z.B. Erdarbeiten, Flutung) sind erneut Eingriffe in die Landschaft und nicht selten in inzwischen naturschutzfachlich wertvolle Bereiche verschiedenster Art verbunden (z.B. Steilböschungen, Kipprippenkomplexe, Wasserflächen, Quellbereiche). Diese o.g. Ersatzlebensräume, die sich durch Sukzession in einer Art "Selbstheilung" der Natur in einer extrem technogen geprägten Landschaft gebildet haben, können durch die Sanierung erneut verloren gehen. Zunehmend werden Fragen der Bewertung von Biotopen in Bergbaulandschaften sowie Forderungen nach Vermeidung von Eingriffen sowie nach Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Sinne der UVP-Verfahren gestellt. Die laufende Sanierungsplanung befindet sich in einem Balanceakt zwischen Ansprüchen an die Sicherheit und Nachsorgefreiheit, Folgenutzungsanforderungen und Naturschutz. Darüber hinaus spielt der Eindruck des Landschaftsbildes vor und nach der Sanierung eine große Rolle und steht oft im Mittelpunkt einer objektiv kaum faßbaren Diskussion.

4 Unterstützung naturschutzfachlicher Bearbeitungen mit GIS

Im Rahmen eines BMBF-Forschungsverbundprojektes "Konzepte für die Erhaltung, Gestaltung und

Vernetzung wertvoller Biotop- und Sukzessionsflächen in ausgewählten Tagebausystemen" (Laufzeit 8/1995-7/1998) ist vorgesehen, Ergebnisse der Biotop- und Sukzessionsforschung in engem Kontakt mit den Bergbauunternehmen in die Sanierungsabläufe zu integrieren.

Alle im Projekt anfallenden Daten werden durch ein aufzubauendes GIS erfaßt, verwaltet und bearbeitet. Die graphische Verarbeitung und Datenhaltung erfolgt mit dem CAD-System Microstation. Zur Speicherung der den graphischen Daten zugeordneten Sachdaten wird das relationale Datenbankmanagementsystem Oracle eingesetzt. Mit dem Entwicklungswerkzeug Modular GIS Environment (MGE) von Intergraph erfolgt die Verknüpfung der graphischen und nichtgraphischen Daten.

Der grundlegende Systemaufbau des GIS ist in Abbildung 2 dargestellt. Fachliches Kernstück bildet das Projektmodul Physiotop/Biotopkomplexe ("Biotopkataster"). Physiotop bilden das flächendeckende Bezugssystem und werden auf der Basis des Reliefs (primäres Kriterium) sowie der Vegetations- und Nutzungsstrukturen (sekundäre Kriterien) abgegrenzt.

In einer "Grundtabelle" können dem Physiotop/Biotopkomplex allgemeine und ökologische Grundinformationen zugeordnet werden. Sie sind

Tabelle 2

**Auszug aus der Grundtabelle
Physiotope/Biotopkomplexe**

Datenkomplex	Eingabemöglichkeiten (Auswahl)
Raumbezug	Tagebauregion, -raum, -bereich
Administration	Land, Eigentümer, Bergbaustatus, Naturschutzstatus
Topographie	Höhe, Länge, Breite, Fläche
Abiotische Daten	Morphologie, Substrat, Feuchtigkeitsverhältnisse, Nährstoffversorgung
Genese/Planung	Alter der Fläche, Nutzung, Sanierung, Abstand zur zukünftigen Wasserlinie
Vegetation	dom. Arten, Schäden, Deckungsgrad/ Verteilung krautiger u. Gehölzvegetation
Biotische Aufnahme	Methoden für einzelne Artengruppen
Bewertung	Datenlage, Flächenanteil besonders geschützter Biotope, naturschutzfachliche Gesamtbewertung, naturschutzfachliches Entwicklungspotential, Maßnahmen

relativ leicht erfaßbar, berücksichtigen bergbauspezifische Aspekte und erlauben eine erste naturschutzfachliche Bewertung (vgl. Tabelle 2). Für die Aufnahme konkreter Fachdaten wie z.B. Artenlisten, ökologische Parameter oder Meßwerte sind "Spezifische Tabellen" vorgesehen, die sowohl flächen- als auch standortbezogen sein können (vgl. Tabelle 3). Die Informationen sind über link-Funktionen dem jeweiligen Physiotope/Biotopkomplex zugeordnet. Alle Datenbankstrukturen sind offen und ergänzbar. Laufend können neue Daten aufgenommen und aktualisiert werden.

Neben dem oben beschriebenen "Biotopkataster" sind im GIS weitere Fachmodule - Boden/Substrat - Geomorphologie - Klima/Luft - Hydrologie/Limnologie - konzipiert, die eigene Geometrien und Sachdaten beinhalten (vgl. Abbildung 2). Alle Fachebenen können über MGE miteinander verschnitten werden und führen zu komplexen Analyseergebnissen. Zur kartographischen Darstellung von Bestands- und Analysedaten werden für festzulegende Tagebaubereiche Kartenausschnitte einschließlich Legenden und Symbolverzeichnisse vorbereitet.

Die topographische Bezugsgrundlage bilden Hybriddaten, bestehend aus Rasterdaten für das unverritzte Gelände (digitale topographische Daten der Landesvermessungsämter) und aus Vektordaten der kontinuierlich durchgeführten Luftbildbefliegungen in den einzelnen Tagebauen zur Laufendhaltung des bergmännischen Reißwerkes. Bei einer insgesamt angestrebten Maßstabsunabhängigkeit werden die Daten überwiegend im Maßstab 1:10000 aufgenommen.

Tabelle 3

**Übersicht über vorgesehene Spezifische Tabellen im
Biotopkataster**

Name der Spezifischen Tabelle	Eingabemöglichkeiten zu Themenkomplexen (Auswahl)
Boden/Substrat	Bodenform, Natürlichkeitsgrad, Meßwerte
Geomorphologie	Hangneigung, Exposition, Art/Verteilung v. Kleinreliefformen u. geomorph. Prozessen
Hydrolog./Limnol.	Hydrometrische Daten, Güteparameter
Klima/Luft	Klimaparameter, phänologische Daten, lokal- u. geländeklimatische Gegebenheiten
Biototypen	Schutz, Sukzession, Entwicklung, Größe, Gefährdung, Ausprägung, Regeneration
Blütenpfl./Farne	Dtsch./Wiss. Bezeichnung, Gefährdung, ökol. Kennwerte, Häufigkeit
Kryptogamen	s.o.
Wirbeltiere	Dtsch./Wiss. Bezeichnung, Gefährdung, ökol. Ansprüche, Besiedlungsdichte, Bestandsentwicklung, Lebensraumfunktion
Nichtwirbeltiere	s.o.

5 Beispiele aus der Braunkohlentagebauregion Geiseltal (Sachsen-Anhalt)

Um die GIS-Funktionalität zu testen, wurden am Beispiel der Innenkippenbereiche des Tagebaus Mücheln entsprechende Datenbankrecherchen und -auswertungen vorgenommen. In Abbildung 3 sind die Abgrenzungen der Physiotope/Biotopkomplexe dargestellt. Der Bereich ist zur Ausweisung als Naturschutzgebiet vorgesehen. Neben eigenen Erfassungen liegen erste Daten aus Vegetationsaufnahmen (OECOCART 1992) und Vogelkartierungen (SCHULZE 1995) vor. Einbezogen werden außerdem bestehende sanierungsrelevante Planungsunterlagen (CUI, in Arbeit). Über eine große Auswahl von Abfrageroutinen kann das Landschafts- und Naturschutzpotential näher erfaßt und dargestellt werden. Solche zielgerichteten Abfragen sind z.B. (Auswahl):

- Zeigen von Physiotopen/Biotopkomplexen mit **Anteilen an besonders geschützten Biotopen** (§ 30-Biotope entsprechend Naturschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt);
- Zeigen von Physiotopen/Biotopkomplexen mit **Vorkommen an Rote-Liste-Arten**;
- Überlagerung **Alter der Oberfläche und/oder Substrat mit Bestandsdichte Gehölze** für Rückschlüsse auf die Entwicklungsgeschwindigkeiten von Sukzessionsabläufen;
- Überlagerung **morphologische Prozesse und Art des Eingriffs** zum Zeigen von Flächen mit naturschutzfachlich relevanten morphologischen Ereignissen ohne Beeinflussung durch die Sanierung.

Von entscheidender Bedeutung für die weitere Entwicklung der Innenkippenbereiche ist die zu erwar-

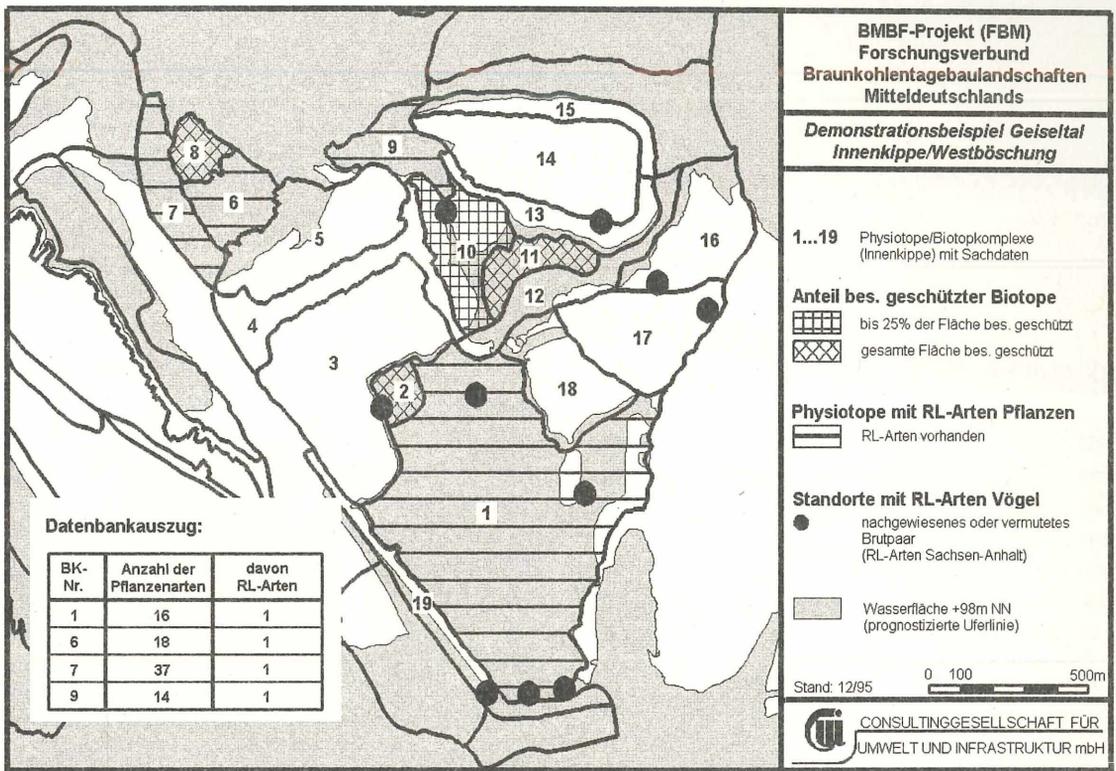


Abbildung 3

Beeinflussung naturschutzrelevanter Objekte und Flächen durch die Flutung

tende Beeinflussung durch unbedingt erforderliche Sanierungsmaßnahmen. Abfragen und Verschneidungen mit bergbauspezifischen Angaben aus dem GIS, führen z.B. zu folgenden Aussagen:

- **Verlust an Naturschutzpotential infolge Flutung** durch Darstellung von besonders geschützten Biotopen sowie RL-Arten und Überlagerung mit Flächen, die unter die zukünftige Wasserlinie (+98m ü. NN prognostiziert) geraten (vgl. Abbildung 3);
- Rückschlüsse auf sich **ändernde Milieueigenschaften** (trocken bis naß) und **Sukzessionsabläufe/-richtungen** durch Darstellung von Substratangaben und Überlagerung mit Wasserstandslinien (Flachwasserbereiche; Bereiche mit Grundwasserflurabstand <2m).

Aus diesen Analysen lassen sich direkt oder auch indirekt flächenhafte Aussagen zum Bestand, zu möglichen Beeinflussungen und zu potentiellen Entwicklungstendenzen der Physiotope/Biotopkomplexe sowie naturschutzfachliche Bewertungen vornehmen. Das GIS mit seinem bergbauspezifischen Praxisbezug, wird über die Projektlaufzeit hinaus Daten mit hohem Gebrauchswert für naturschutzfachliche Konzeptionen in Bergbaufolgelandschaften zur Verfügung stellen.

6 Literaturverzeichnis

BARTHEL, H. (1962): Braunkohlenbergbau und Landschaftsdynamik. In: PGM, Ergänzungsheft Nr. 270.

BERKNER, A. (1995): Braunkohlenbergbau in Mitteldeutschland. Wirtschaftszweig im Spannungsfeld zwischen Strukturwandel, sozialer Verträglichkeit und ökologischer Sanierung. In: Ztschr. für den Erdkundeunterricht, 47, S. 151-162.

CUI (in Arbeit): Landschaftsgestaltungsplanung Tagebau Mücheln für die Planbereiche Südwest- und Westböschung, Westfeld I, Westliches Innenkippenmassiv. Halle (unveröffentlicht).

OECOCART (1992): Naturschutzfachliche Bewertung Innenkippe Mücheln des Tagebaus Geisetal. Halle.

SCHULZE, M.: Zusammenfassung avifaunistischer Ergebnisse von 1991-1995 und herpetologischer Untersuchungen 1995 im Westteil des Tagebaues Mücheln/Geisetal. Merseburg (unv. Manuskript).

TÜV RHEINLAND (1991): Ökologisches Sanierungs- und Entwicklungskonzept Leipzig/Bitterfeld/Halle/ Merseburg. Band A: Umweltbereiche. Köln.

Anschrift der Verfasser:

Wolfgang Frotscher, Holger Goj und Werner Lederer
 CUI Consultinggesellschaft für Umwelt
 und Infrastruktur mbH;
 Eisenbahnstraße 10
 06132 Halle/Saale
 Tel.: 0345/7742768, Fax: 0345/4472709,
 ISDN: 0345/77426

Ökologische Überprüfung und Bewertung von Skigebieten mit Hilfe geographischer Informationssysteme

Ulrike PRÖBSTL und Bernhard FÖRSTER

Zusammenfassung

Am Beispiel des Skigebiets Osterfelder-Kreuzeck-Hausberg werden die Möglichkeiten der Interpretation mit Hilfe von GIS in Ausschnitten dargestellt. Im Mittelpunkt stehen dabei die Stabilität des Skigebietes im Hinblick auf Erosionserscheinungen, die Regenerationsfähigkeit verschiedener Bereiche nach erfolgten Baumaßnahmen sowie Umfang und Vorkommen akuter Schadbereiche. Es wird dargestellt, welche Parameter durch Überlagerung zur Abschätzung der ökologischen Stabilität herangezogen werden können. Damit werden Verfahren und Methoden vorgestellt, die für die Umweltvorsorge und das Umweltmanagement der Zukunft (UVP, Öko-Audit, ISO 14000) im Alpenraum benötigt werden. Die Grundlage bildete eine photogrammetrische Auswertung von Luftbildern an einem analytischen Stereoplotter Leica SD 2000. Die Interpretationsergebnisse werden in Microstation als 3-D Datensatz gespeichert. Für die weitere Verarbeitung und GIS Modellierung wurde ARC/INFO 6.1.1 auf DEC Alpha, für die Flächenbilanzen SAS 6.11 sowie eigene Programme für Formatkonvertierungen verwendet.

Einführung und Problemstellung

Viele Natursportarten, dazu gehören der Wintersport, aber auch Klettern, Drachenfliegen und Mountainbikefahren, werden wegen ihrer Auswirkungen auf die Natur kritisiert. Insbesondere im Alpenraum mit seltenen, naturschutzfachlich hochwertigen Lebensräumen machen diese Konflikte ein landschaftsplanerisches Handeln erforderlich.

Der erste Schritt dazu waren in Bayern ökologische Untersuchungen und Sanierungsplanungen in Skigebieten durchzuführen, wie sie seit Ende der 80er Jahre vom Umweltbeirat des Deutschen Skiverbandes und dem bayerischen Umweltministerium in Auftrag gegeben wurden. Diese Untersuchungen hatten zunächst vor allem das Ziel, auf der Grundlage einer fundierten Bestandsaufnahme als "Hilfe zur Selbsthilfe" den jeweiligen Seilbahn- und Liftbetreibern, Gemeinden und Grundeigentümern Wege zur Konfliktlösung und zur Vermeidung von Schäden vorzuschlagen. Im Mittelpunkt der Studien - insbesondere des Deutschen Skiverbands stand daher die Erarbeitung praxisnaher Sanierungs-, Rekultivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen. Diese Planungen sollen bis 1997

für alle bayerischen Skigebiete über 1000 m abgeschlossen sein.

Anfang der 90er Jahre rückten dann Fragen der Bewertung in den Mittelpunkt unserer Arbeit und Analysen: "Wie ist das jeweilige Skigebiet insgesamt zu bewerten, von der Naturnähe der Vegetation bis zur Stabilität". Dazu mußten ausgehend von den Ergebnissen der Sanierungsplanung geeignete Meßgrößen und Skalierungen entwickelt werden.

Waren für die Sanierungsplanung die bisherigen Verfahren der Landschaftsplanung und deren Darstellungsmethodik noch ausreichend gewesen, so zeigte sich bei der Erarbeitung zur Bewertungsmethodik und Analyse, daß hier ohne Geographische Informationssysteme nicht - oder nur sehr eingeschränkt - gearbeitet werden kann.

Ziel der gemeinsamen Arbeit soll es sein, nach Abschluß der Skigebietskartierungen und Sanierungsplanungen diese in standardisierter Form einer Bewertung zu unterziehen, um Aussagen darüber zu erhalten, wie die Situation bezogen auf diese eine Natursportart im bayerischen Alpenraum aussieht und wo zentrale Probleme liegen. Parallel dazu sollen damit Verfahren entwickelt werden, die für die Umweltvorsorge und das Umweltmanagement der Zukunft (UVP, Öko-Audit, ISO 14000) im Alpenraum benötigt werden.

Als Beispiel haben wir das Skigebiet Hausberg-Kreuzeck-Osterfelder in Garmisch-Partenkirchen ausgewählt, das zu den größten und am stärksten genutzten Skigebieten im bayerischen Alpenraum gehört. Die vier Großkabinenbahnen, zwei Doppelsesselbahnen und 12 Schlepplifte befördern im Winter bis zu vier Millionen Skifahrer. Das Angebot reicht von der anspruchsvollen Weltcup-Abfahrt bis zur Übungs- und Familienabfahrt. Zudem ist das Gebiet durch einen in Teilbereichen intensiven Sommertourismus und eine almwirtschaftliche Nutzung geprägt.

Methode, Geräte- und Softwareausstattung

Wie aus der Einführung bereits hervorgeht, müßten bei der Beschreibung der methodischen Grundlagen eigentlich drei Bereiche vorgestellt werden:

- Die Methode, die bei den ökologischen Untersuchungen zur Sanierung von Skigebieten in Bayern angewandt wird (vgl. dazu AMMER, U., PRÖBSTL, U., , 1991 und 1996),

- die Methode zur Bewertung dieses Datenmaterials (PRÖBSTL, U., 1991) und
- die Methode, mit der die Daten verarbeitet und ausgewertet wurden.

Im Rahmen dieser Darstellung zur Fachtagung "GIS in Naturschutz und Landschaftspflege" müssen wir uns im wesentlichen auf den dritten Punkt beschränken. Zur Erhebungsmethode soll nur folgendes kurz angemerkt werden:

- Die Bestandsaufnahme erfolgte durch ein Team verschiedener Fachrichtungen (Biologie, Forst, Geographie, Landespflege).
- Die Datenerhebung bezog sich dabei auf die Erfassung der naturräumlichen Gegebenheiten, die Nutzung, Belastungen und Schäden sowie bauliche Eingriffe und Veränderungen. Dazu erfolgten detaillierte Geländeerhebungen zu verschiedenen Jahreszeiten.

Im Zusammenhang mit der Anwendung geographischer Informationssysteme stellte sich zunächst das Problem der Kartengrundlage, nachdem - wie in vielen Skigebieten - keine Karten zur realen Verteilung von Wald, Latschenfeldern und Pistenflächen vorlagen. Die Größe des Skigebietes (ca. 11 km²) und die starken Reliefunterschiede legten eine Erstellung der Grundlagenkarte mit Wald- und Latschenverteilung, sowie Wegen und Aufstiegshilfen mit Hilfe der analytischen Photogrammetrie nahe.

Die photogrammetrische Auswertung der Luftbilder erfolgte an einem analytischen Stereoplotter Leica SD 2000. Dieses Gerät ermöglicht eine analoge Interpretation der Luftbilder bei gleichzeitiger Anbindung an das CAD System Microstation V5. Zusätzlich ist das Gerät mit einer stereoskopischen Einspiegelung der kartographischen Darstellung in das Luftbild ausgerüstet. Diese Arbeitsumgebung erlaubt ein effizientes Arbeiten in Verbindung mit einer sehr hochwertigen Optik. Die Interpretationsergebnisse werden in Microstation als 3-D Datensatz gespeichert. Für die weitere Verarbeitung und GIS Modellierung wurden ARC/INFO 6.1.1 auf DEC Alpha, für die Flächenbilanzen SAS 6.11 sowie eigene Programme für Formatkonvertierungen verwendet.

Um das beschriebene Informationssystem realisieren zu können, müssen Daten aus der analytischen Photogrammetrie, die Erhebungen im Gelände, ein digitales Geländemodell in Rasterform und Daten aus konventionellen Karten zusammengefügt werden, die unterschiedliche Detailauflösung haben. Zu diesem Zweck werden alle Informationsebenen im Gauß-Krügersystem in Vektordarstellung aufbereitet.

Die Wald- bzw. Latschenkartierung ist neben der thematischen Funktion auch die Grundlage für die kartographische Erfassung der terrestrischen Aufnahmen. Als Erhebungsgrundlage wurden SW-Luftbilder im Maßstab 1:23000 aus dem Bayerischen Landesluftbildarchiv verwendet. Diese Datengrundlage stellt für dieses Projekt die beste

Lösung in Bezug auf Beschaffungskosten, Bearbeitungszeit, Passpunktbeschaffung, Interpretierbarkeit und Genauigkeit dar. Der verwendete Maßstab und die verfügbaren Passpunkte ergaben eine Lage- bzw. Wiederholgenauigkeit im Überlappungsbereich der Luftbildmodelle von etwa +/- 5 m.

Je nach Blickwinkel und Neigung des Geländes muß bei der Delinierung des Waldrandes stellenweise mit bis zu 10 m Fehler gerechnet werden. Hier wurde bei der Interpretation gutachtlich sowie durch die anschließende Geländeaufnahme versucht, diesen Fehler möglichst zu minimieren. Stereoskopische Auswertung sowie gute Ortskenntnisse sind wichtige Voraussetzungen, um mit den Schwarzweiß-Luftbildern im Maßstab 1:23000 arbeiten zu können.

Das SD 2000 konnte auch zur Kontrolle des vom Landesvermessungsamt bezogenen Geländemodells genutzt werden, in dem die im 50 m-Raster gelieferten Höhenmeßpunkte nach Microstation importiert und anschließend über die Einspiegelungsvorrichtung in das Luftbildmodell eingeblendet wurden. Hier zeigte sich eine sehr gute Übereinstimmung des Modells mit der Realität, d.h. die eingeblendeten Punkte liegen überwiegend auf der Geländeoberfläche. Im Wald erscheinen die Punkte tief ins Kronendach gesenkt, also etwa am Waldboden.

Für die Integration der weiteren Geländeaufnahmen in das Informationssystem wurde die Karte mit der Waldverteilung als Referenzkarte genutzt. Die Erhebungen zur Vegetation, Schäden, Baumaßnahmen usw. lagen in Form von konventionellen Plandarstellungen vor und wurden über ein Digitalisierbrett in die Grundlagenkarte integriert.

Eine wichtige Grundlage für die nachfolgenden Interpretationsmöglichkeiten war die Zuordnung der Bestandsdaten auf verschiedene Layer bzw. Arbeitsebenen. Nach unseren Erfahrungen haben sich zur Analyse der Skigebiete folgende Ebenen bewährt:

1. Höhenstufen
2. Hangneigung
3. Nutzung im Winter (Skisport)
4. Wander- und Fahrwege
5. Baumaßnahmen
6. Rodungen
7. Hanglabilität
8. Wege
9. Vegetation
10. Nutzung im Sommer als Weide
11. Nutzung im Sommer als Mähwiese
12. Schäden
13. Infrastruktur
14. Bäche und Gewässer
15. Waldfunktionsplanung

Eine Erweiterung dieser Ebenen kann je nach Besonderheit des Skigebietes im Einzelfall erforderlich sein.

Wertstufen und Höhenstufen

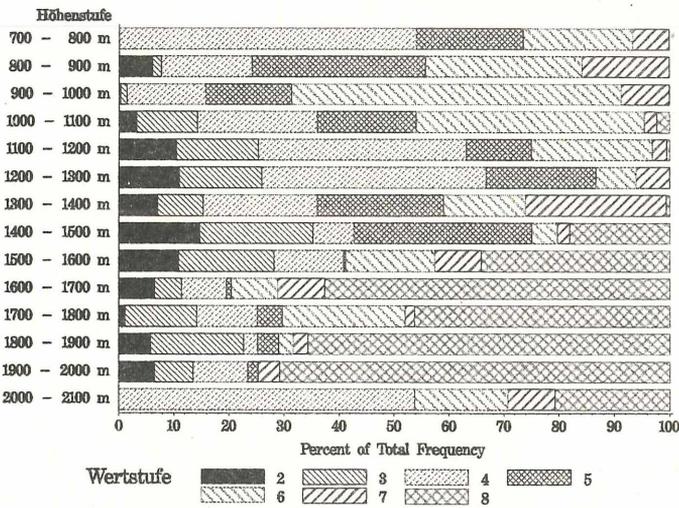


Abbildung 1

Verschneidung der Vegetation (in Wertstufen (von naturfern bis naturnah) und Höhenstufen umgerechnet in Prozent

Zur Erfassung der von Fahr- und Wanderwegen bedeckten Fläche wurden die durch ihre Mittellinie digitalisierten Wege mit einer festen Breite von 5 bzw. 3 m als Flächenpolygone gespeichert.

Die beschriebenen thematischen Karten wurden zur Weiterverarbeitung von Microstation nach ARC/INFO importiert und dort miteinander verschnitten. Das digitale Geländemodell wurde nach einer Formatanpassung als Rasterkarte in ARC/INFO eingelesen und in Vektordarstellung mit 100 m Höhenstufen sowie als Hangneigungskarte mit 5 Grad-Stufen umgerechnet. Diese vergrößerte Geländeinformation wurde ebenfalls mit den thematischen Karten verschnitten. Zur Berechnung von Flächenstatistiken wurde die Merkmalstabelle des zusammengesetzten GIS-Modells als Texttabelle exportiert und mit dem Statistikpaket SAS ausgewertet.

Auswertung und Ergebnisse

Die Anwendung Geographischer Informationssysteme erlaubt im Unterschied zu herkömmlichen naturschutzfachlichen Planungen zunächst eine detailliertere Betrachtung der erhobenen Parameter durch Flächenbilanzen. Darüber hinaus - und hier liegt der eigentliche Wert für die Analyse der Skigebiete - ist aber auch die Verschneidung unterschiedlicher Parameter möglich.

Im Rahmen dieser Veröffentlichung können jedoch nur einige Teilbereiche aus dem breiten Spektrum der Interpretationsmöglichkeiten vorgestellt werden. Ausgehend von einem Beispiel, das zur Charakterisierung des Skigebietes und seinen Besonderheiten beiträgt, sollen vor allem die Ansätze zur Analyse der ökologischen Stabilität hier differenziert betrachtet werden (Abbildung 1).

Hier läßt sich sehr anschaulich die höhenabhängige Intensität der Nutzung durch den Menschen erkennen. In den Höhenlagen ab 1500 m bestimmen

noch größere Anteile naturnaher bis natürlicher Pflanzengesellschaften das Skigebiet. Es ist weiterhin gut zu erkennen, daß ein Maximum an gestörten Pflanzengemeinschaften in einer Höhenlage von 1400 - 1600 m erreicht wird und die tieferen Lagen durch die landwirtschaftliche Nutzung anthropogen beeinflusst, aber dennoch größtenteils naturnaher Pflanzengemeinschaften bestimmt werden.

Aus den verschiedenen Möglichkeiten zur kritischen Analyse eines Skigebietes sollen an dieser Stelle drei wichtige Ansätze herausgegriffen werden:

- A. Die Analyse von Nutzungen, Nutzungsüberlagerungen und Schadensursachen
- B. Die Analyse der durchgeführten Baumaßnahmen und der Vegetationsentwicklung auf diesen Flächen
- C. Die Analyse der standörtlichen Verhältnisse (Hanglabilität) in Verbindung mit anderen Kriterien

Ausschnitte aus den drei Basisanalysen sollen anschließend vorgestellt werden.

Weitere Analysen erfolgen in Abhängigkeit von den räumlichen Gegebenheiten. So kann z.B. eine zusätzliche Erfassung und Abgrenzung der Wassereinzugsgebiete und Überlagerung mit den geplanten Pisten zur Abschätzung potentieller Gefahren und Landschaftsschäden durch Hochwasser erforderlich sein.

Zu A. (siehe.Tabelle 1)

Ein Blick auf die Verteilung der kleinflächigen Schäden, die eindeutig zugeordnet werden können, zeigt, daß der Skikantenschliff zu den zentralen Schadensursachen gehört. Er wird nur von den Weideschäden am Wald und auf den Freiflächen übertroffen. Dies ist um so gravierender als etwa ein Drittel des Skigebietes nicht beweidet wird.

Die Überlagerung von Schadvorkommen und sommerlicher Nutzung bestätigt die Problematik einer

Tabelle 1

Umfang kleinflächiger Schäden auf Freiflächen und im angrenzenden Wald

Schadensursache	m ²	Prozent	Cum. Frequency	Cum. Percent
Sommertourismus	170	3.8	170	3.8
Pistenraupe	180	4.1	350	7.9
Baufahrzeuge	300	6.8	650	14.6
Skikanten	1182	26.6	1832	41.2
Viehtritt	775	17.4	2607	58.7
Kleinflächige Erosion	240	5.4	2847	64.1n
Erosionsrinne	10	0.2	2857	64.3
Windwurf am Randwald	500	11.3	3357	75.6
Wildverbiß am Waldrand	300	6.8	3657	82.3
Verbiß durch Waldweide	785	17.7	4442	100.0

Doppelnutzung. Dort, wo gemäht wird, ist die Anzahl der Schäden und deren Flächenumfang deutlich geringer, dies gilt auch, wie weitere Analysen zeigten, für stabilere und labilere Geländeabschnitte. Weiterhin zeigt diese Flächenstatistik, daß im Gegensatz zu vielen bayerischen Skigebieten trotz der großen Zahl an Sommerbesuchern nur wenige Schadbereiche durch die Wanderer entstehen. Die Datenauswertung bestätigt den positiven Eindruck bei den Geländeaufnahmen: Die Lenkungsmaßnahmen funktionieren und das Wegenetz wurde den Anforderungen entsprechend gut ausgebaut.

Zu B.

Aus den Untersuchungen zahlreicher Skigebiete, aber auch der Literatur (vgl. BUNZA, 1984, CERNUSSA, 1990, NEUWINGER, FRISCHMANN, STADLER-EMIG, 1992) wissen wir, daß Art und Umfang der Baumaßnahmen für die ökologische Stabilität von entscheidender Bedeutung sind. Wie die statistische Auswertung zeigte, wurden die meisten Baumaßnahmen nach Umfang (in m²) und Eingriffsintensität (Vollplanie) zwischen den Jahren 1966 und 1980 durchgeführt. Von den immerhin 1 173 774 m², die für den Wintersport umgestaltet wurden, entfallen rund 75 % auf die Vollplanie. Oberflächen- und Feinplanie beschränken sich auf wenige Teilstücke.

Wie man aus verschiedenen Untersuchungen (vgl. SCHAUER, 1981, PRÖBSTL, 1990) weiß, sind die Zeiträume, in denen sich die Pflanzengemeinschaften im Alpenraum regenerieren können, in starkem

Maße von der Höhenlage und der Nutzung bzw. Belastung abhängig. In den Höhenlagen über 1400 m dauern diese Prozesse deutlich länger als in tieferen Lagen. Durch Verschneidung der Themenkarten bzw. Layer von Baumaßnahmen (nach Umfang und Zeitpunkt der Durchführung), der Vegetation (nach Wertstufen der Naturnähe) und der Höhenlage lassen sich Aussagen darüber treffen, ob und auf welchen Standorten eine Renaturierung stattgefunden hat und welchen Grad diese erreicht hat.

Am Beispiel der durch Vollplanie veränderten Skipisten sollen die Auswertungsschritte und Ergebnisse exemplarisch dargestellt werden.

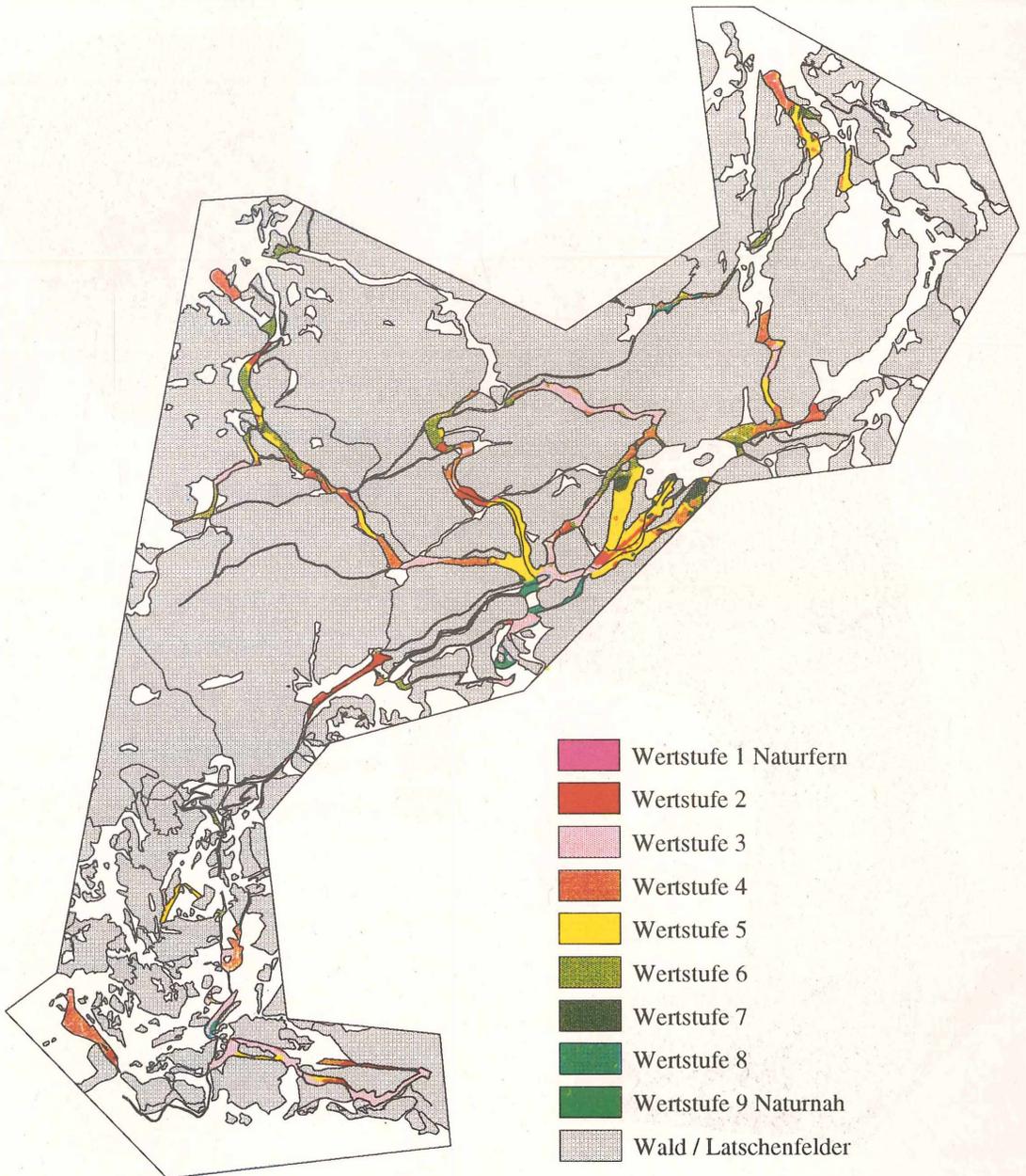
Ausscheidung problematischer Bereiche

Folgt man in der Auswertung den in Abb. 2 beschriebenen Ebenen, dann zeigt sich zunächst, daß Vollplanien überwiegend zwischen 1971 (1971-1975 37,35 % aller planierten Flächen) und 1980 (1976- 1980 32,04 %) durchgeführt wurden. In den 80er und 90er Jahren wurde dagegen nur geringe Flächen intensiv verändert (7,16 %).

Betrachtet man die Entwicklung der Pflanzengemeinschaften auf diesen vollplanierten Standorten (vgl. Farbkarte), dann ergibt sich bei Aufspaltung nach Wertstufen für die Naturnähe, daß sich sowohl naturferne als auch relativ naturnahe Gesellschaften entwickeln konnten. Immerhin ein Viertel der ehemals vollplanierten Flächen weist heute einen naturnahen Charakter (Wertstufen 6 bis 8 auf einer 9-teiligen Skala) auf, ein weiteres Viertel ist dagegen noch deutlich gestört (Wertstufe 2 und 3).

Ökologische Untersuchung Skigebiet Osterfelder-Kreuzeck in Garmisch-Partenkirchen

Naturnähe der Vegetation auf vollplanierten Flächen



Ökologische Untersuchung Skigebiet Osterfelder - Kreuzeck in Garmisch Partenkirchen

Wertstufen für Hanglabilität



Verschneidungsebenen:

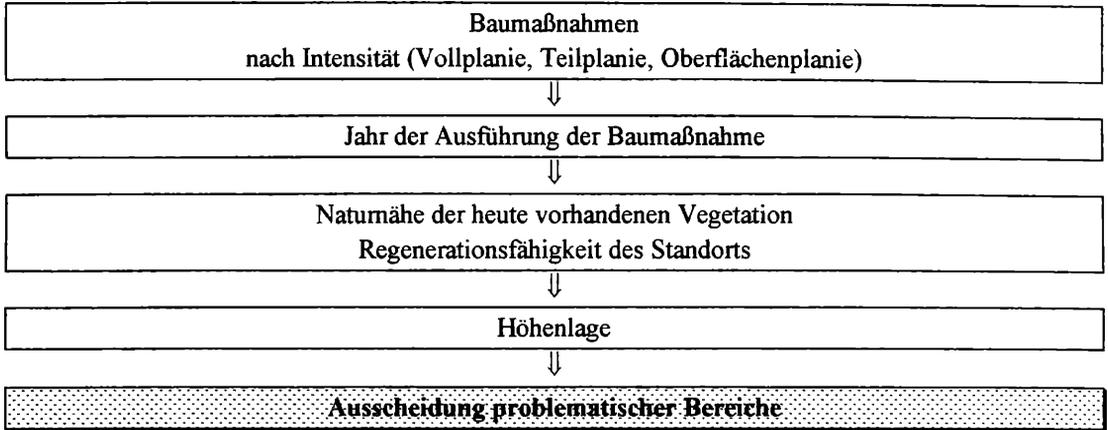


Abbildung 2

Beispiel für die Überlagerung verschiedener Inhalte zur Ausscheidung problematischer Bereiche des Skigebietes aufgrund baulicher Veränderungen.

Rund die Hälfte ist durch eine Pflanzendecke der Wertstufe 4 und 5 bestimmt, der viele Weidegesellschaften je nach Zusammensetzung zugerechnet werden mußten.

Eine weitere differenzierte Betrachtung zeigt, daß die relativ naturnahen Standorte (Gemeinschaften ab Wertstufe 5) nur dort vorkommen, wo die Vollplanie vor mehr als 15 Jahren stattfand. Die Anteile sind, wie zu erwarten, dann relativ am höchsten, wenn die Baumaßnahme noch länger zurückliegt. Umgekehrt sind bei den eher naturfernen Pflanzengesellschaften die vor wenigen Jahren durchgeführten Baumaßnahmen überdurchschnittlich vertreten. So besitzt die Wertstufe 4 bei den zwischen 1986 und 1990 erfolgten Baumaßnahmen einen Anteil von rund 70 %, bei den Baumaßnahmen vor 1965 sind es dagegen nur rund 22 %.

Bei einer weiteren Verschneidung mit der Höhenlage, zeigt sich das zu erwartende Bild: In den Lagen über 1400 m dauert durch die kürzere Vegetationsperiode und die ungünstigeren Rahmenbedingungen die Regeneration deutlich länger. Erkennbar wird dies, wenn man Vollplanien, zwischen 1971 und 1975 über bzw. unter 1400 m einander gegenüberstellt. In dieser Zeit wurden jeweils etwa gleich große Flächen (106000 bzw. 101000 m²) bearbeitet. Wie die nachstehende Tabelle 2 zeigt, läßt sich an den Wertstufen der Vegetation deutlich ablesen, um wieviel langsamer die Regeneration in den Hochlagen erfolgt.

Zu C.

Die Auswertung der Themenkarte zur Hanglabilität (siehe Farbkarte) zeigt, daß etwa zwei Drittel des Skigebietes als stabil eingestuft werden können, und ein Drittel hingegen eine erhöhte Labilität aufweist.

Die Verschneidung mit den durchgeführten Baumaßnahmen läßt erkennen, daß immerhin 35,40

Prozent der Vollplanien auf mäßig labilen bis sehr labilen Gelände durchgeführt wurden. Die wesentlich unproblematischere Oberflächenplanie, die nur partiell in das Bodengefüge eingreift, wurde dagegen zu 95 % auf stabilen Flächen durchgeführt. So erstaunt nicht, daß mehr als die Hälfte (55 %) aller flächigen Erosionsschäden in sehr labilen Bereichen und auch bei den kleinflächigen punktuellen Erosionsschäden zwei Drittel (66,67 %) auf mäßig bis sehr labilen Bereichen liegen.

Auch hier kann - wie beim Beispiel B dargestellt - durch weitere Überlagerung mit Vegetation oder auch Geländeneigung eine weitere Differenzierung erzielt werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Skigebiet Garmisch-Partenkirchen lassen sich mit Hilfe von GIS drei wesentliche Ursachen für die aktuellen Schäden und Belastungen herausarbeiten. Dies sind:

- die Doppelnutzung von beweideten und wintersportlich genutzten Flächen;
- die Belastungen und baulichen Veränderungen in Bereichen mit mäßiger bis großer Hanglabilität und damit hoher Empfindlichkeit
- die intensiven baulichen Veränderungen insbesondere in den höheren und mittleren Lagen.

Die graphische Darstellung erlaubt solche Problem-bereiche räumlich abzugrenzen und gezielte Maßnahmen dafür zu erarbeiten.

Ein abschließender Vergleich der auf der Grundlage einer Datenanalyse gewonnenen Zonierungen mit den zuvor gutachterlich (mit rund 10 Jahren Erfahrung) getroffenen Abgrenzungen zeigt eine hohe Übereinstimmung auf.

Im Gegensatz zur gutachterlichen Einschätzung lassen sich die Ergebnisse in Einzelschritten jedoch auch für den Außenstehenden plausibel nachvoll-

Tabelle 2

Prozentanteile der Vegetationsverteilung bezogen auf die Naturnähe nach Wertstufen, Baumaßnahmen und Höhenlage

Baumaßnahmen Vollplanie auf Skipisten ohne Wege		
Naturnähe der Vegetation nach Wertstufen 1995	in den Jahren 1971 - 1975 unter 1400 m	in den Jahren 1971 - 1975 über 1400 m
naturfern		
2	0,12 %	12,40 %
3	29,25 %	44,83 %
4	23,06 %	3,44 %
5	29,76 %	31,26 %
6	11,38 %	5,25 %
7	6,43 %	2,38 %
8	-	-
naturnah		
	100 % = 106057 m ²	100 % = 101479 m ²

ziehen. Flächenstatistiken ermöglichen eine weitergehende Interpretation und erlauben zudem ein Monitoring, das gerade im Hinblick auf neue Ansätze zum Umwelt-Controlling, aber auch die Zukunft einer nachhaltigen Nutzung der Landschaft durch die Natursportarten, wichtig ist.

Literatur

AMMER, U., PRÖBSTL, U., (1991): Ökologische Untersuchungen zur Sanierung von Skigebieten in Bayern - Vergleich der in Bayern angewandten Methoden im Auftrag des Bayerischen Umweltministeriums, unveröffentlichtes Arbeitspapier, Etting, 25 S.

AMMER, U., PRÖBSTL, U., (1996): Ökologische Untersuchungen zur Sanierung von Skigebieten in Bayern - Kurzcharakteristik, Beschreibung der Methode im Auftrag der Stiftung Sicherheit im Skisport, unveröffentlichtes Manuskript, Etting, 11 S.

BUNZA, G., (1984): Oberflächenabfluß und Bodenabtrag in alpinen Graslandökosystemen. In: Verh. Gesellschaft für Ökologie, Bern, 1984, S. 101-110

CERNUSCA, A., et.al. (1990): Bodenverhältnisse, Oberflächenabfluß und Erosionsgefährdung im Skigebiet am Stubnerkogel, In: Verh. Gesellschaft für Ökologie, Göttingen,

MOSIMANN, TH., (1984): Das Stabilitätspotential alpiner Geoökosysteme gegenüber Bodenstörungen und Skipistenbau. In: Verh. Gesellschaft für Ökologie, Göttingen, 1984, S. 167-176

NEUWINGER, J., FRISCHMANN, H., STADLER-EMIG, M., (1992): Auswirkungen von Skipisten auf Speicherung und Abfluß des Bodenwassers. In: GNAIGER, E., KAUTZKY, J. (Hrsg.), (1992): Umwelt und Tourismus, Innsbruck, S. 174-177

PRÖBSTL, U., (1990): Skisport und Vegetation, Weilheim, 128 S.

PRÖBSTL, U., (1991): Handbuch Ökoprüfung, Entwurf eines Bewertungsverfahrens für Skigebiete, unveröffentlichtes Manuskript, Etting, 54 S.

SCHAUER, Th., (1981): Vegetationsveränderungen und Florenverlust auf Skipisten in den bayerischen Alpen. In: Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 46, München S. 149-179

Anschrift der Verfasser

Dr. Ulrike Pröbstl
Freie Landschaftsarchitektin, BDLA
St. Andrä-Str. 8
82398 Etting - Polling
Tel.: 08802/8865
Fax: 08802/8513

Bernhard Förster
St. Andrä-Str. 8
82398 Etting - Polling
Tel.: 08802/8865
Fax: 08802/8513

Erfahrungen mit dem CIR-Interpretationsschlüssel der Landesumweltbehörden bei der Anwendung im alpinen Raum

- Update und Umstellung der Biotop- und Nutzungstypenkartierung im Biosphärenreservat Berchtesgaden

Ulrich KIAS, Walter DEMEL und Kerstin REITER

Zusammenfassung

Seit langem ist die Verwendung von CIR-Luftbildmaterial für die Biotoptypenkartierung in vielen Bundesländern gängige Praxis, jedoch ohne die Vereinbarung auf eine einheitliche Vorgehensweise. Entsprechend vielfältig sind die verwendeten Kartierschlüssel sowohl was die Breite als auch die Tiefe der Differenzierung angeht. Viele Kartierschlüssel sind nicht einmal bundeslandweit abgestimmt, sondern wurden projektbezogen erarbeitet. Im Zuge der Verbreitung der digitalen Verarbeitung der Kartiererergebnisse erweist sich diese Heterogenität zunehmend als Problem.

Die Arbeitsgemeinschaft Naturschutz der Landesumweltverwaltungen etablierte vor diesem Hintergrund vor einigen Jahren einen Arbeitskreis CIR-Bildflug, dessen Aufgabe die Initiierung eines einheitlichen und abgestimmten Kartierschlüssels für die luftbildgestützte Biotop- und Nutzungstypenkartierung sein sollte. Seit 1993 liegt das Arbeitsergebnis im Entwurf und seit 1995 als Band 45 der Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz des Bundesamtes für Naturschutz vor (ARBEITSGEMEINSCHAFT NATURSCHUTZ 1995).

Als eine der ersten Institutionen entschloß sich die Nationalparkverwaltung Berchtesgaden bereits im Jahre 1993, die in einem lokalen Codeplan für das Gebiet des Biosphärenreservats vorliegende Biotop- und Nutzungstypenkartierung im Zuge eines Updates auf den neuen, bundeseinheitlich abgestimmten Kartierschlüssel umzustellen. Die Arbeiten hierzu konnten kürzlich abgeschlossen werden. Im Rahmen dieses Anwenderbeitrages sollen die Erfahrungen mit dem erstmaligen Einsatz des neuen Schlüssels dargestellt sowie einige Ergebnisse des Updates präsentiert werden.

1 Ausgangslage und Fragestellung

Basierend auf einer vorgängig durchgeführten Machbarkeitsstudie (BECKER, KAISER & KIAS 1991) erhielt das Zentrum für Landschaftsinforma-

tion am Fachbereich Landespflege der Fachhochschule Weihenstephan im Jahre 1993 den Auftrag, zunächst anhand von 3 Testgebieten eine Strategie für die turnusmäßige Nachführung der Nutzungskartierung im Biosphärenreservat Berchtesgaden zu erarbeiten (KIAS, DEMEL & REITER 1994) und diese anschließend auf die Befliegung des Jahres 1990 anzuwenden (KIAS, DEMEL & REITER 1996).

Ursprünglich war geplant, die nachgeführte Kartierung erst später mit Hilfe eines zu entwickelnden Übersetzungsschlüssels vom bisherigen, Berchtesgaden-eigenen Codeplan in einen neuen, bundeseinheitlich abgestimmten Codeplan für die Biotop- und Nutzungstypenkartierung (ARBEITSGEMEINSCHAFT NATURSCHUTZ 1995) zu übersetzen. Tab. 1 zeigt einen Auszug aus dem streng hierarchisch aufgebauten Codeplan. Aufgrund von Voruntersuchungen und Tests erwies sich dieser Weg jedoch sehr bald als nicht gangbar, da eine 1:1-Übersetzung nicht möglich war. Die Übersetzung hätte für einen nicht unerheblichen Teil des Gebietes einer erneuten Luftbildnachkartierung bedurft, um eine zweifelsfrei korrekte Datensituation zu erreichen (Abb. 1).

2 Methodischer Ansatz

Aufgrund der geschilderten Randbedingungen wurde festgelegt, die Nachführung im alten Codeplan und die Codeplanumstellung in einem Arbeitsgang vorzunehmen. Der erarbeitete Lösungsweg sieht folgendermaßen aus (Abb. 2):

Zunächst einmal werden aus der GIS-Datenbasis kartenblattweise Auszüge erstellt und geplottet. Diese dienen als Grundlage für den Luftbildvergleich 1980 zu 1990, für die Dokumentation der Interpretationsfehler in der Ersterfassung sowie die notwendigen Interpretationsarbeiten zur Codeplanumstellung. Alle diese Informationen werden in den Protokollplot eingetragen und in einem Beiblatt dokumentiert.

Umsetzbarkeit des RNNEU-Codes in den BIOTOP- UND NUTZUNGSTYPEN-Code Nationalpark und Vorfeld

M 1: 125000 (im Original)

LEGENDE

-  Zuordnung sicher
-  Zuordnung unsicher

NACHFÜHRUNG VON DIGITALISIERTEN RÄUMLICHEN DATEN
IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

KERSTIN REITER, WALTER DEMEL MAI 1996

Zentrum für Landschaftsinformatik
Fachhochschule Weihenstephan
Prof. Dr. sc. techn. Ulrich Kias



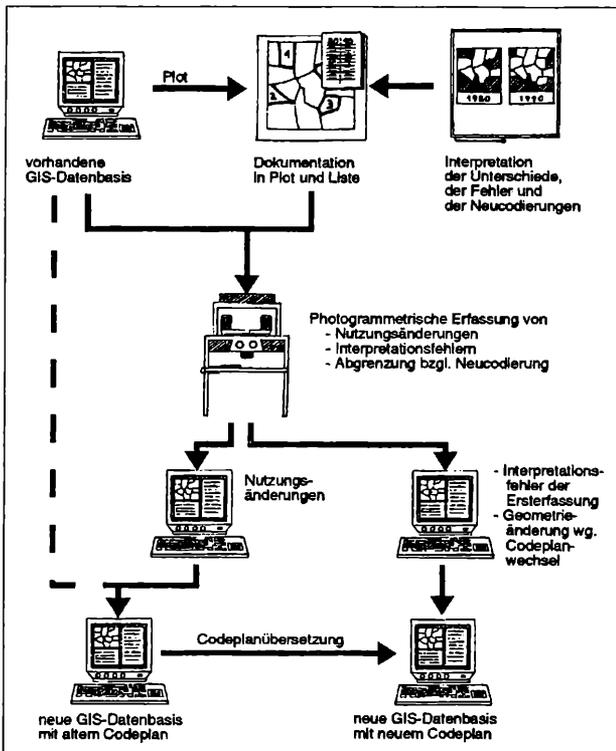
Abbildung 1

Umsetzbarkeit des Berchtesgadener RNNEU-Codes in den Biotop- und Nutzungstypen-Code gemäß ARBEITSGEMEINSCHAFT NATURSCHUTZ (1995)

Tabelle 1

Systematik der Biotop- und Nutzungstypen für die CIR-Luftbild-gestützte Biotop- und Nutzungstypenkartierung in der Bundesrepublik Deutschland (Beispiele)

1000	Küstenbereich
1220	Küstenwatt mit Bewuchs
2000	Binnengewässer
2510	Kleines Stillgewässer, strukturreich
3000	Moore, Sümpfe
3120	Hoch- / Übergangsmoor mit leichten Störungseinflüssen
4000	Flächen der Landwirtschaft, Staudenfluren
4100	Ackerland
4200	Wiesen und Weiden, Grünland
4300	Erwerbsgartenbau
4400	Weinbauflächen
4500	Obstplantage
4600	Baumschulen
4700	Kraut- / Staudenflur, Saum
5000	Rohbodenstandorte, Zwergstrauchheiden, Extremstandorte
5720	Schuttflur mit Bewuchs
6000	Bäume, Feldgehölze, Gebüsche
6100	Feldhecke
6200	Feldgehölz, -gebüsch
6300	Baumgruppe, Baumreihe
6400	Einzelbaum
6500	Streuobstbestand
7000	Wälder
7521	Laubmischwald, Kronendach nicht homogen, Altbestand mit Verjüngung
8000	Stark veränderte, gestörte Standorte; Ver- und Entsorgungsflächen
8222	Aufschüttungsfläche (Sand) mit Bewuchs
9000	Siedlung, Verkehr, Freizeit und Erholung



Aufgrund der geschilderten Randbedingungen wurde festgelegt, die Nachführung im alten Codeplan und die Codeplanumstellung in einem Arbeitsgang vorzunehmen. Der erarbeitete Lösungsweg sieht folgendermaßen aus (Abb. 2):

Zunächst einmal werden aus der GIS-Datenbasis kartenblattweise Auszüge erstellt und geplottet. Diese dienen als Grundlage für den Luftbildvergleich 1980 zu 1990, für die Dokumentation der Interpretationsfehler in der Erfassung sowie die notwendigen Interpretationsarbeiten zur Codeplanumstellung. Alle diese Informationen werden in den Protokollplot eingetragen und in einem Beiblatt dokumentiert.

Abbildung 2

Updatestrategie für die Biotop- und Nutzungstypenkartierung im Biosphärenreservat Berchtesgaden

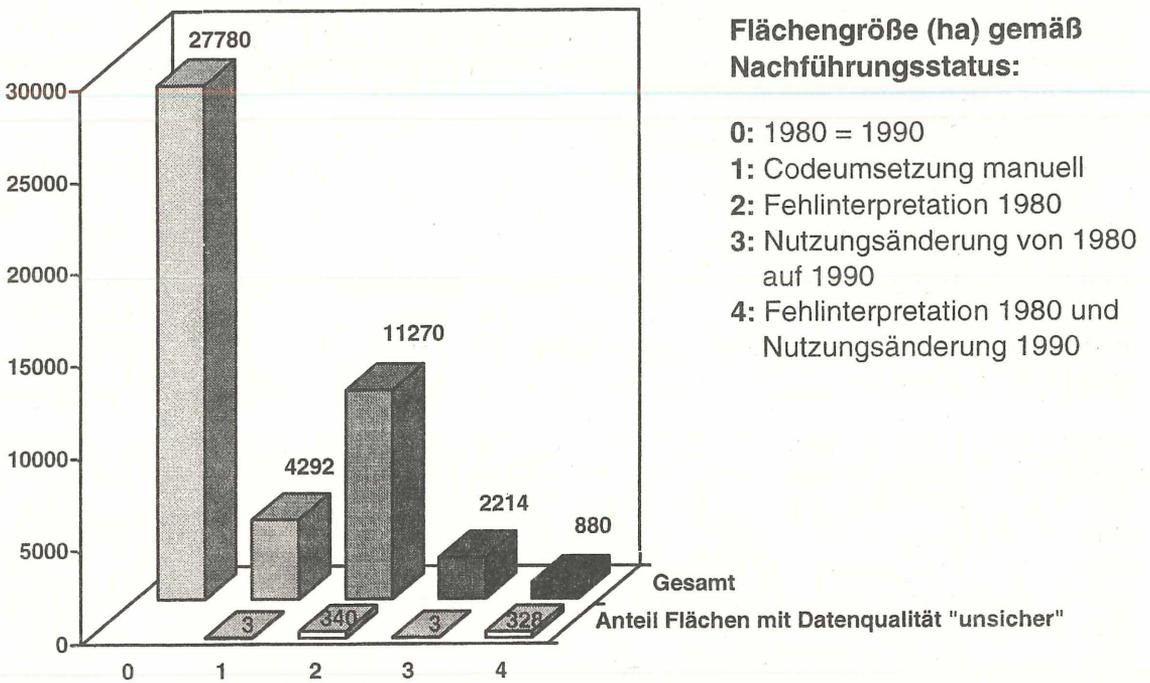


Abbildung 3

Flächenbilanz der Nachführungskartierung im Biosphärenreservat Berchtesgaden

An einem photogrammetrischen Auswertegerät erfolgt anschließend die eigentliche Digitalisierung. Die alte GIS-Geometrie wird mit dem Luftbildstereomodell überlagert und unter Rückgriff auf den Protokollplot lagerichtig nachgeführt. Verwendung findet das System APY (zur näheren Charakterisierung siehe HABERL & SCHULZ 1989), ein photogrammetrisches Gerät der Low-Cost-Klasse, dessen Funktionalität bzgl. Editierkomfort entsprechend begrenzt ist. Das Gerät wird daher nur für die lagerichtige Geometrieerfassung genutzt, während die gesamte Nachbearbeitung an ARCEDIT delegiert wird.

Dort entstehen aus den Daten der photogrammetrischen Erfassung 2 neue Datenbasen:

- Aus der vorhandenen GIS-Datenbasis und den erfaßten Nutzungsänderungen entsteht eine neue GIS-Datenbasis mit dem alten Codeplan.
- Diese ist die Grundlage für die zweite Datenbasis. Zuerst werden alle direkt übersetzbaren Codes vom alten in den neuen Codeplan überführt. Anschließend erfolgt die Verknüpfung mit den digital erfaßten Interpretationsfehlern der Erstkartierung sowie den Geometrieänderungen, die sich durch den Codeplanwechsel selbst ergeben.

Die Interpretationssicherheit wird für jede Fläche mitattribuiert, sodaß nachvollziehbar bleibt, wie eine Fläche zu ihrer Codierung gekommen ist und welche Datenqualität damit verbunden ist.

Flächengröße (ha) gemäß Nachführungsstatus:

- 0: 1980 = 1990
- 1: Codeumsetzung manuell
- 2: Fehlinterpretation 1980
- 3: Nutzungsänderung von 1980 auf 1990
- 4: Fehlinterpretation 1980 und Nutzungsänderung 1990

3 Ergebnisse und Erfahrungen

Das ursprünglich als Nachführungskartierung begonnene Projekt bekam im Verlauf der Bearbeitung zunehmend andere Züge (Abb. 3).

Änderungen der Nutzung bzw. Bodenbedeckung waren lediglich auf 7 % der Fläche des Bearbeitungsgebietes zu verzeichnen. Auf immerhin 9 % der Fläche mußte dagegen im Zuge der Codeplanumstellung eine Neuinterpretation vorgenommen werden, da eine automatische Übersetzung vom alten in den neuen Codeplan hier nicht möglich war.

Flächenmäßig den größten Anteil an der Arbeit nahm überraschenderweise die Bereinigung von Fehlern und Unklarheiten der Erstkartierung ein, entweder in Form von Fehlcodierungen oder aber in Form nicht nachvollziehbarer Abgrenzungen bei ansich richtiger Interpretation. Rund ein Viertel der Fläche war davon betroffen. Auf den ersten Blick könnte dies als "vernichtende Kritik" an den Bearbeitern der Erstkartierung mißverstanden werden. Macht man sich jedoch die Hintergründe und Randbedingungen klar, so wird diese Situation doch verständlich. Als wesentliche Gründe für die Fehler bei der Interpretation des Bestandes von 1980 können genannt werden:

- Die Bildqualität der CIR-Photos von 1980 ist teilweise erstaunlich schlecht. Die Photos sind zu dunkel oder weisen Farbverschiebungen auf.
- Die Orthophotos (s/w) weisen in Teilbereichen Ungenauigkeiten und Unschärfen auf, die durch

die Montage oder durch mangelhafte Entzerrung entstanden sind. Da die Abgrenzung der Geometrien auf der Basis der Orthophotos durchgeführt wurde, konnte in diesen Bereichen folglich keine exakte Abgrenzung erreicht werden. Dieses Manko tritt bei einer photogrammetrischen Erfassung nicht auf. In Teilbereichen fehlten die Orthophotos, sodaß für die Abgrenzung nur die topographische Karte verwendet werden konnte.

- Die Schneebedeckung zum Zeitpunkt der Befliegung 1980 war deutlich höher als 1990, die Vegetationsdecke konnte daher in diesen Bereichen nicht richtig erfaßt werden.

Nicht zu unterschätzen ist schließlich der Aspekt, daß die Ersterfassung von einem eigens dazu zusammengestellten Team aus Hilfskräften mit entsprechend inhomogenem Kenntnis- und Erfahrungsstand durchgeführt wurde. Es darf daher nicht verwundern, daß bei den gegebenen Randbedingungen, zumal unter dem Zeitdruck, dem eine projektbezogene Kartierung in der Regel ausgesetzt ist, kein fehlerfreies, über jeden Zweifel erhabenes Ergebnis herauskommt.

Andererseits - auch wenn die Nachführungskartierung für sich ein hohes Qualitätsniveau mit pro Fläche attributierter Datenqualitäts einschätzung in Anspruch nimmt - muß auch klar gesehen werden, daß jede Luftbildinterpretation, insbesondere was die Grenzziehungen anbelangt, eine Abstraktion der realen Welt ist, die zwangsläufig subjektive Züge trägt.

Etwa 1% der Fläche des Bearbeitungsgebietes muß auch nach abgeschlossener Verifizierung im Gelände in der Datenqualitätsstufe "unsicher" verbleiben, da sich manche Bereiche aufgrund der im Hochgebirge extremen topographischen Verhältnisse einer mit vertretbarem Aufwand durchzuführenden Geländekontrolle entziehen.

Insgesamt gesehen hat sich der CIR-Kartierschlüssel als brauchbar erwiesen (siehe hierzu auch die Ausführungen bei KENNEWEG 1996). Er ist durch den streng hierarchischen Aufbau übersichtlich und gut verständlich, dabei genügend umfangreich und detailliert. Es mußten nur wenige lokale Typen ergänzt werden, um den spezifischen Verhältnissen der Berchtesgadener Hochgebirgssituation gerecht zu werden und Kartiereinheiten des alten Codeplans in den neuen "hinüberzuretten". Als problematisch hat sich lediglich das Fehlen einer Kartiereinheit "Mischwald" (ca. je zur Hälfte Laub und Nadel) herausgestellt. Eine solche Einheit war im alten Codeplan enthalten und sollte auch weiter bestehen

bleiben. Da jedoch die Hunderter-Stelle der 7000er-Kartiereinheit bereits komplett besetzt war, mußte vorläufig hierfür der noch unbesetzte Code 6900 benutzt werden, was jedoch die Systematik stört.

Problematisch wird der Einsatz des Schlüssels in sehr kleinteiligem Gelände, da die 8 Stellen des kompletten Codes (4 für den Typ, 3 für Art/Gattung/Ausprägung und 1 für Bedeckung/Beschirmung) kaum mehr überdeckungsfrei darstellbar sind.

4 Literatur

ARBEITSGEMEINSCHAFT NATURSCHUTZ DER LANDESÄMTER, LANDESANSTALTEN UND LANDESUMWELTÄMTER, 1995:

Systematik der Biotoptypen- und Nutzungstypen für die CIR-Luftbild-gestützte Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung für die Bundesrepublik Deutschland. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz des Bundesamtes für Naturschutz, Bonn, 153 S.

BECKER, H., KAISER, A & KIAS, U., 1991: Methodentest zur Aktualisierung von digitalen Realnutzungsdaten an einem photogrammetrischen Auswertegerät. Unveröffentlichter Projektbericht im Auftrag der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Freising-Weihenstephan

HABERL, S. & SCHULZ, A., 1989: APY ein geographisches Datenerfassungssystem. Vermessungswesen und Raumordnung 51 (8), S. 467 - 473

KENNEWEG, H., 1996: Biotoptypenkartierung mit CIR-Luftbildern in den neuen Bundesländern. Allgemeine Forst Zeitschrift - Der Wald 51 (2), S. 84 - 85

KIAS, U., DEMEL, W. & REITER, K., 1994: Nachführung von digitalisierten räumlichen Daten im Biospärenreservat Berchtesgaden. Unveröffentlichter Projektzwischenbericht, Freising-Weihenstephan

KIAS, U., DEMEL, W. & REITER, K., 1996: Nachführung von digitalisierten räumlichen Daten im Biosphärenreservat Berchtesgaden. Unveröffentlichter Abschlußbericht, Freising-Weihenstephan

Anschrift der Verfasser:

Ulrich Kias, Walter Demel und Kerstin Reiter
Fachhochschule Weihenstephan
Fachbereich Landespflege
Zentrum für Landschaftsinformatik
Vöttingerstraße 12
D-85350 Freising-Weihenstephan
e-mail: Ulrich.Kias@extern.lrz-muenchen.de

GIS-Anwendung in einer Umweltverträglichkeitsstudie zum ökologischen Hochwasserschutz

Detlef GÜNTHER-DIRINGER

Zusammenfassung

Die GIS-Tätigkeit des letzten Jahres im WWF-Auen-Institut – einem interdisziplinären Projekt der Umweltstiftung WWF-Deutschland – war geprägt durch zwei Schwerpunkte:

- Umweltverträglichkeitsuntersuchung eines Fließpolders am Rhein zur Sicherung von ökologischem Hochwasserschutz.
Im Rahmen dieses Projektes wurden vielfältige raumbezogene Daten unterschiedlichster Institutionen aufgearbeitet und analysiert. In diesem Bericht wird der Prozeß zur Erstellung von forstlichen Risikokarten für unterschiedliche Flutungszustände beschrieben. In einem weiteren Punkt wird darauf eingegangen, wie sich die zukünftigen Flutungen auf potentielle Schnakenbrutplätze auswirken und man hier zu einer flächenhaften Aussage gelangen kann.
- Schutzgebietskarten des gesamten Elbstromes.
In Zusammenarbeit mit der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe wurde innerhalb einer Veröffentlichung ein einheitliches Kartenwerk vom gesamten Elbverlauf mit entsprechender auenrelevanter Information produziert. Es wird auf die wesentlichsten Punkte des Arbeitsablaufes unter Einsatz des GIS bis zur Ausbelichtung eingegangen.

Einleitung

Das WWF-Auen-Institut ist ein Projekt der Umweltstiftung WWF-Deutschland, der deutschen Sektion des World Wide Fund for Nature, einer der größten privaten Naturschutzorganisationen. Das Institut wurde vor elf Jahren als internationales und interdisziplinäres Projekt gegründet, um die komplexen Fragestellungen der Flußauen beantworten zu können sowie deren akuten Bedrohungen Einhalt zu gebieten. Die erarbeiteten Forschungen, Gutachten und Management-Pläne erstrecken sich grenzüberschreitend auf ganz Mitteleuropa und fallweise bis nach Süd-Amerika.

Das internationale wissenschaftliche Team vereinigt Fachleute aus mehreren Ländern West-, Mittel- und Osteuropas. Unterschiedlichste Fachrichtungen sind vertreten: Pflanzensoziologie, Zoologie, Ökologie, Limnologie, Hydrologie, Landschaftsplanung, Wasserbau, Forstwissenschaft und Umweltrecht. Diese interdisziplinäre Struktur ist die ideale Voraussetzung für den Einsatz eines GIS.

Hard- und Softwarekonfiguration

Seit Gründung des Institutes 1985 wird ein Netzwerk von Apple Macintosh-Computern eingesetzt, das heute vom PowerMac bis hin zum Macintosh Plus einige Mac-Generationen umfaßt. An Peripherie stehen Laserdrucker, Farbdrucker, A0-Plotter, Scanner, etc. zur Verfügung. Als GIS-System wird MapGrafix mit diversen Erweiterungsmodulen, 4thDimension in Client/Server-Ausführung als relationales Datenbanksystem sowie zahlreiche Mac-Standardanwendungen wie Adobe Illustrator, MS Excel, StatView, FileMaker, Scan- und Vektorisierungssoftware, u. a. eingesetzt.

Die GIS-Tätigkeit im WWF-Auen-Institut 1995 war geprägt durch zwei Schwerpunktprojekte, die im folgenden beschrieben werden sollen:

1 Umweltverträglichkeitsuntersuchung eines Fließpolders am Rhein zur Sicherung von ökologischem Hochwasserschutz.

Im Rahmen des Integrierten Rheinprogrammes des Landes Baden-Württemberg werden unterschiedliche Räume am Oberrhein auf ihre Eignung für Hochwasserrückhaltung untersucht. Der Bereich des Polders Greffern/Söllingen befindet sich zur Zeit im Planfeststellungsverfahren. Die im folgenden gezeigten Untersuchungen wurden im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie zu dieser Polderplanung durchgeführt.

Ein Prinzip des ökologischen Hochwasserschutzes ist es, in Hochwasserrückhalteräumen (Polder) auch ökologische Flutungen durchzuführen. Dies bedeutet, der Polder wird nicht nur bei einem relativ seltenen Extremereignis geflutet, sondern bei jedem normalen, alljährlich vorkommenden Hochwasser. Mithilfe dieser Flutungen kann sich die im Polderraum vorhandene Pflanzen- und Tierwelt wieder auf den für eine Aue typischen stetigen Wechsel von Wasserständen einstellen und die zum größten Teil verlorengegangenen Auengebiete revitalisiert werden. Besondere Problematik im untersuchten Planungsraum Polder Greffern/Söllingen ist die Tatsache, daß dieser Raum parallel zum Staubereich der Staustufe Iffezheim liegt. Aus diesem Grund muß das Wasser im Bereich der Stauwurzel aus dem Rhein in den Polder hineingeleitet werden und im Bereich stromabwärts der Staustufe wieder aus dem Polder auslaufen (siehe Abb. 1):

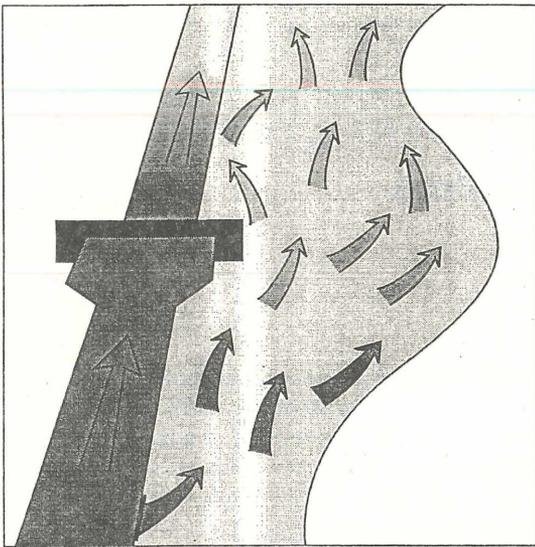


Abbildung 1

Der auf der rechtsrheinischen Seite liegende Untersuchungsraum hat eine Fläche von ca. 2300 ha, bei einer Länge von ca. 15 km (Rhein-Km 314,8 bis 334).

Bei diesem Planfeststellungsverfahren sind unterschiedlichste Institutionen beteiligt:

- Oberrheinagentur Breisach (ORA) – Ausführende Behörde
- Rhein-Main-Donau-AG (RMD) – Projektleitung
- Ingenieurbüro Wald & Corbe – Grundwassermodelluntersuchungen
- WWF-Auen-Institut – Umweltverträglichkeitsstudie
- Ökoplan – Landschaftspflegerischer Begleitplan
- sowie weitere Behörden und Ingenieurbüros

Zwischen diesen Institutionen herrschte ein reger digitaler Datenaustausch, obwohl unterschiedliche GIS- und CAD-Systeme eingesetzt wurden. Dabei traten diverse Probleme auf:

- **Grundlagenscans:** Von der Oberrheinagentur wurden per CD 5 aktuelle Befliegungsauswertungen in DIN A1/A0-Größe als gescannter TIFF-Datensatz zur Verfügung gestellt, die den Untersuchungsraum abdeckten. Problem hierbei war zum einen die relativ hohe Auflösung von 512 dpi (200 l/cm) und zum anderen ein von ArcInfo verwendeter Komprimierungsalgorithmus. Dies hatte zur Folge, daß keiner der Verfahrensteilnehmer diese gelieferten Daten in seinem System lesen konnte. Mithilfe des GIS-Labors der FH Karlsruhe konnten diese Scans zum einen in der Auflösung auf die Hälfte reduziert (für den Ausdruck auf einem Tintenstrahlplotter völlig ausreichend) und zum anderen im unkomprimierten TIFF-Format abgespeichert werden. Es entstanden dabei Dateigrößen, die pro Scan zwischen 7 und 9 MB anstatt 30-45 MB betragen. Diese wurden später um 35° gedreht, um eine bessere Blattausnutzung zu erreichen und zu einem Datensatz zu-

sammengefügt. Dieser Gesamtasterdatensatz hatte nun eine physische Größe im Ausgangsmaßstab von 1:5000 von ca 3 m x 0,85 m, was im unkomprimierten TIFF-Format ca. 42 MB entsprach. Dieser Datensatz wurde nach MapGrafix importiert, dabei auf ca. 7 MB komprimiert, georeferenziert und diente nun als Kartengrundlage für das gesamte Projekt.

- **Bauplanungen:** Wurden von der Rhein-Main-Donau georeferenziert im DXF-Format geliefert, stammten aus ArcCAD und konnten problemlos eingelesen werden.
- **Ingenieurbüro Wald & Corbe:** Die Ergebnisse der unterschiedlichen Grundwassermodelluntersuchungen wurden uns als XYZ-Textdatei geliefert. Es handelte sich dabei um Flurabstandsdaten bei unterschiedlichen Überflutungszuständen, basierend auf einem 20 x 20 digitalen Höhenmodell. Flächen mit negativem Flurabstand entsprachen überfluteten Flächen. Problematisch war hierbei nur der Umfang der einzelnen Datensätze: er bestand aus jeweils über 67000 Einzelpunkten.
- **Forstliche Versuchsanstalt Freiburg:** Von dort bekamen wir die Ergebnisse der Waldbiotopkartierung als DXF-Datensatz georeferenziert aus PC ArcInfo zur Verfügung gestellt. Problematisch hierbei war zum einen die Benutzung einer anderen Kartengrundlage (TK 10 statt DGK 5) mit einem unterschiedlichen Bearbeitungsstand und eine leider unzureichende Digitalisierungsqualität, so daß diese von uns erneut durchgeführt werden mußte.

Forstliche Bestandeskarte

Ein Ziel der UVS war es, die durch die zukünftige Nutzung des Untersuchungsraumes als Polder mit ökologischen Flutungen entstehenden Risiken für die dort vorhandenen Waldbestände zu erarbeiten. Dafür wurde die amtliche Forstkarte im Maßstab 1:10000 gescannt und die Forstbestände am Bildschirm digitalisiert. Problematisch bei der Georeferenzierung war, daß diese Karten nicht im Gauß-Krüger-, sondern im Badisch-Soldner'schen-Koordinatensystem vorlagen. Dieses System hat im Mannheimer Wasserturm seinen Ursprung und zählt von dort Richtung Süden und Osten. Mithilfe von Paßkreuzen und Transformationen innerhalb von MapGrafix konnten diese Daten auch im Gauß-Krüger-System georeferenziert und mit der oben beschriebenen Kartengrundlage kombiniert werden.

Es erfolgte die ID-Zuweisung aufgrund der forstlichen Behandlungseinheiten, welches der kleinsten forstlichen Bearbeitungseinheit entspricht, zu der Datenbankinformationen vorlagen. Diese DB-Daten stammten von der Landesforstverwaltung und lagen in einem sehr proprietären Datenformat vor, konnten aber nach entsprechender Bearbeitung in unser DB-System importiert werden.

Nach der ID-Vergabe erfolgte zunächst die Erstellung einer Baumartenkarte einschließlich Alters-

**Kriterium: überflutete (= geschädigte)
Fläche auf den Behandlungseinheiten**

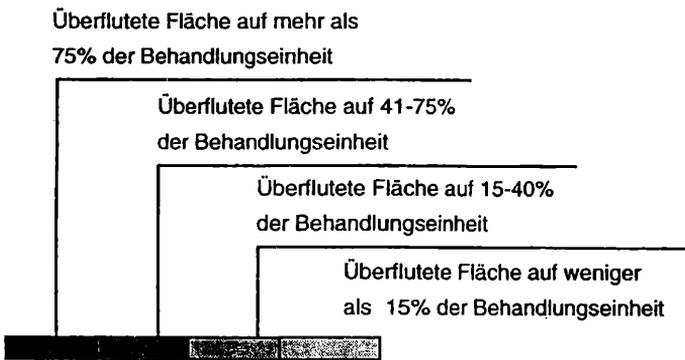


Abbildung 2

Kriterium: überflutete (=geschädigte) Fläche auf den Behandlungseinheiten

gruppen aufgrund von DB-Abfragen. Diese forstlichen Daten wurden überlagert mit speziell ausgewählten Daten der Grundwassermodelle zur Darstellung der Problematik der geplanten Grundwasserabsenkung im Untersuchungsgebiet auf die Forstbestände. Die entsprechenden XYZ-Daten wurden als Punktsymbole nach MapGrafix importiert.

Forstliche Risikokarte

Da es sich in den Waldbeständen im Untersuchungsraum zum größten Teil um forstlich genutzten Wirtschaftswald handelte, sollten Aussagen über die Gefährdung der Bestände bei unterschiedlichen Flutungsszenarien erfolgen. Es wurden Betrachtungen über unterschiedliche Baumartengruppen durchgeführt, die unterschiedliche Überflutungstoleranzen aufweisen. Während Weiden- und Pappelbestände kaum Probleme haben werden, sieht dies bei anderen Baumarten problematischer aus. Es wurden untersucht: alle Eschenbestände bei einer ökologischen Flutung von 31 m³/s entsprechend einem Abfluß von 2200 m³/s im Rhein sowie eine Gruppe von Baumarten (BAh, SAh, Dgl, Kir, Li) bei einer ökologischen Flutung von 47 m³/s entsprechenden 2900 m³/s Abfluß im Rhein. Nach

Kriterium:

Anteil der untersuchten Baumart Esche an der Behandlungseinheit

Baumartenanteil > 75% der Behandlungseinheit		(Dunkelrot)
Baumartenanteil 41-75% der Behandlungseinheit		(Hellrot)
Baumartenanteil 15-40% der Behandlungseinheit		(Orange)
Baumartenanteil < 15% der Behandlungseinheit		(Grün)

Abbildung 3

Anteil der untersuchten Baumart Esche an der Behandlungseinheit

jeweiliger DB-Abfrage und Überlagerung mit den jeweiligen Überflutungsdaten aus den Grundwassermodelluntersuchungen erfolgte eine Klassenbildung aufgrund der Stärke der Überflutung (Abb. 2).

Da in den einzelnen forstlichen Behandlungseinheiten zum größten Teil unterschiedliche Baumarten vorhanden sind, wurde auch der prozentuale Anteil der untersuchten Baumarten in der entsprechenden Behandlungseinheit in Klassen aufgeteilt (siehe Abb. 3).

Als Ergebnis zeigt die Karte die Waldbestände mit erhöhtem Risiko an, bei denen mit Ausfällen gerechnet werden muß.

Karte der potentiellen Schnakenbrutplätze

Aufgrund der geplanten Überflutungen entstehen im Untersuchungsgebiet neue, potentielle Schnakenbrutplätze. Diese Flächen sollten räumlich beschrieben und quantifiziert werden. Es wurden wieder unterschiedliche Flutungszustände aus den Grundwassermodelluntersuchungen als Punktsymbole auf die Kartengrundlage übertragen (heutiger Ist-Zustand, zukünftiger Normalzustand, ökol. Flutung 31 m³/s ökol. Flutung 47 m³/s). Diese Daten wurden daraufhin unterschiedlichen Filterungsvorgängen unterzogen, die als Ausschlußkriterien für Schnakenbrutplätze galten:

- ständig wasserführende Flächen
- Flächen mit Strömungspotential
- Schilfflächen
- Hartholzwald

Dort wo die Daten digital vorlagen, konnten diese direkt eingesetzt werden, um die entsprechenden Überflutungsflächen auszuschließen (z.B. ständig wasserführende Flächen). Bei den anderen Daten, wie z.B. dem Strömungsmodell lagen die Daten nur analog vor. Hier mußten die entsprechenden Überflutungssymbole mithilfe von unterschiedlichen Tools interaktiv ausgewählt werden. Nach Abarbeitung der Filter konnten dann die Karten ausgegeben und die Flächenberechnungen durchgeführt werden.

2 Schutzgebietskarten des gesamten Elbstromes

In Zusammenarbeit mit der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe wurde innerhalb einer Veröffentlichung ein einheitliches Kartenwerk vom gesamten Elbverlauf mit entsprechender auenrelevanter Information produziert.

Stand im oben beschriebenen Söllingen-Projekt mehr der analytische GIS-Aspekt im Vordergrund, so handelte es sich hier zunächst um ein Projekt aus dem Bereich der computergestützten Kartographie bzw. des Desktop Mapping.

Als Grundlage für die zu erstellenden Karten standen unterschiedliche Kartenwerke zur Verfügung. Für die Basisinformation die Blätter der TÜK 200, bzw. die entsprechenden Blätter aus dem tschechischen Bereich. Desweiteren kamen diverse geologische Kartenblätter zur Abgrenzung der morphologischen Aue sowie zahlreiche Schutzgebietskarten unterschiedlichster Maßstäbe hinzu.

Zunächst wurden die TK's gescannt und georeferenziert und die für dieses Projekt relevanten Elemente im Bereich der Elbauen am Bildschirm digitalisiert. Die weiteren Informationen wurden z.T. automatisch vektorisiert oder wo erforderlich digitalisiert.

Da die Karten direkt auf Film in Druckqualität und 4-Farbseparation ausgegeben werden sollten wurden die in MapGrafix digitalisierten Karten mithilfe von MapTrans zum Adobe Illustrator hin konvertiert. Hier wurden dann die kartographischen Feinheiten wie Schriftfreistellung, Rasterüberlagerung, Signaturenverdrängung u.v.a.m. durchgeführt. Auf diesem beschriebenen Wege konnten zum einen qualitativ hochwertige Karten erzeugt zum anderen aber auch wertvolle Grundlagendaten über die gesamten Elbauen gewonnen werden.

Abschließende Bemerkungen

Im Rahmen von unterschiedlichen Diplomarbeiten sollen in der nächsten Zeit im WWF-Auen-Institut Themen aus dem GIS-Bereich bearbeitet werden, die von großem Interesse sind, aber während der intensiven Projektarbeit kaum bearbeitet werden können:

- die oben beschriebenen Einzelkarten der Elbauen sollen zu einer Übersichtskarte in Posterform zusammengefaßt und in einem zweiten Teil dieser Diplomarbeit ausgewählte Datensätze zur Integration in schon bestehende WWW-Seiten von WWF-Deutschland aufbereitet werden.
- ein rasterorientiertes GIS-System soll für den Einsatz im WWF-Auen-Institut überprüft und mit speziellen Projektdaten aus dem oben beschriebenen Söllingen-Projekt getestet werden, zur Ergänzung des vektororientierten MapGrafix-Systemes.
- zur schnelleren digitalen Aufarbeitung von erhobenen Geländedaten soll ein GIS-Pad mit GPS-Receiver in die Arbeitsabläufe des Institutes möglichst optimal integriert werden.

Anschrift des Verfassers:

Detlef Günther-Diringer
WWF-Auen-Institut
Josefstr. 1
D-76437 Rastatt

Tel.: +49/7222/32065

Fax: +49/7222/30189

E-Mail: WWFD.Auen@oln.comlink.apc.org

