



Statistisches Bundesamt

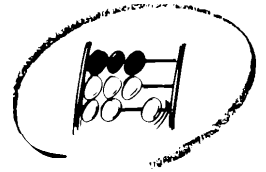
Walter Radermacher u. a.

Neue Wege raumbezogener Statistik

FORUM

Band 20 der Schriftenreihe
Forum der Bundesstatistik
herausgegeben vom
Statistischen Bundesamt

**METZLER
POESCHEL**



Statistisches Bundesamt

Walter Radermacher u. a.

Neue Wege raumbezogener Statistik

FORUM

Band 20 der Schriftenreihe
Forum der Bundesstatistik
herausgegeben vom
Statistischen Bundesamt

— METZLER —
POESCHEL

CIP - Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Neue Wege raumbezogener Statistik/

Walter Radermacher u.a. - Stuttgart:

Metzler-Poeschel 1992

(Schriftenreihe Forum der Bundesstatistik; Bd. 20)

ISBN 3-8246-0081-1

NE: Radermacher, Walter; GT

Erschienen im Februar 1992

Preis: DM 18,80

Bestellnummer 1030420-92900

ISBN 3-8246-0081-1

Verlagsauslieferung:

Hermann Leins GmbH & Co. KG

Holziesenstr. 2

7408 Kusterdingen

Copyright: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 1992

Alle Rechte vorbehalten. Es ist insbesondere nicht gestattet, ohne ausdrückliche Genehmigung des Statistischen Bundesamtes diese Veröffentlichung oder Teile daraus zu übersetzen, zu vervielfältigen, auf Mikrofilm/-fiche zu verfilmen oder in elektronische Systeme einzuspeichern.

Inhalt	Seite
Egon Hölder, Wiesbaden Begrüßung und Eröffnung	5
Heinz Schmidt-Falkenberg, Frankfurt am Main Einführung	7
 Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung raumbezogener Statistik	
Joachim Wiesel, Karlsruhe Geo-Informationssysteme - Entwicklungen im Bereich der Datenverarbeitung ...	10
Michel Cornaert, Brüssel A better knowledge of the European environment for its management: the CORINE Programme 1985 - 1990	33
Wolfgang Möhlenbrink, Stuttgart Digitale Straßendatenbank	49
Rolf Harbeck, Bonn ATKIS - Amtliches topographisch-kartographisches Informationssystem der Landesvermessungsverwaltungen	51
Ulrich Lagally, München Bodeninformationssystem	66
Hartmut Kenneweg, Berlin Konzepte zur Fernerkundungsforschung im Bereich der Ökologie	83
 Statistische Projekte und Entwicklung	
Eckart Elsner, Berlin / Norbert Kopp, Berlin Das regionale Bezugssystem des Statistischen Landesamtes Berlin	95
Javier Gallego, Ispra (Varese) Flächenschätzungen für einjährige Feldfrüchte mit Hilfe der Fernerkundung ...	109
Markus Bichsel, Bern GEOSTAT - Eine Servicestelle für raumbezogene Daten in der Schweiz	121

Hans-Peter Gatzweiler, Bonn	
Ziele und Wege der Regionalstatistik in den neunziger Jahren	127
Helma Neumann, Berlin	
Anwendung raumbezogener Daten	137
Heinz Stralla, Wiesbaden	
STABIS - Ein raumbezogenes Informationssystem in der Statistik	161
Walter Radermacher, Wiesbaden	
Raumbezug und Fernerkundung - Neue Möglichkeiten für eine statistische Umweltberichterstattung	179
Walter Radermacher, Wiesbaden	
Zusammenfassung der Diskussion	193
 Anhang	
Teilnehmerverzeichnis des wissenschaftlichen Kolloquiums	
"Neue Wege raumbezogener Statistik"	196

Begrüßung und Eröffnung

Meine sehr verehrten Damen und Herren,

zu unserem wissenschaftlichen Kolloquium "Neue Wege raumbezogener Statistik" möchte ich Sie sehr herzlich begrüßen. Die große Resonanz, die das Kolloquium bereits während der Vorbereitungsphase ausgelöst hat und das große Interesse an einer Teilnahme können als deutliche Zeichen dafür gewertet werden, daß wir mit der Veranstaltung eine Thematik gewählt haben, für die ein großer Informations- und Diskussionsbedarf besteht.

In den vergangenen Jahren hat die Nachfrage nach Daten aus den Bereichen Raumordnung, Umwelt- und Naturschutz, zu deren Befriedigung exakte Kenntnisse raumbezogener Merkmale unerläßlich sind, erheblich zugenommen. Die in nahezu allen Industrienationen aufflammenden Besorgnisse über den Zustand von Vegetation, Wasser, Ozonschicht und Atemluft stellt auch für die amtliche Statistik eine Herausforderung dar. Wir stehen vor vielen Fragen, auf die Antworten erwartet werden:

Wo gibt es noch Baulandreserven, die einen umweltschonenden Wohnungsbau erlauben? An welchen Stellen sind Maßnahmen zum Schutz des Trinkwassers am dringendsten erforderlich? Welche Belastungen gehen von Verkehrswegen aus? Wie hoch ist der Landschaftsverbrauch in verschiedenen Regionen? Diese Fragen verdeutlichen, daß unser immer enger werdender Lebensraum zunehmend neue und höhere Anforderungen an die Bereitstellung raumorientierter Statistiken stellt.

Vor allem die ökologischen Phänomene sind nicht an Personen oder Institutionen gebunden, sie können mithin per Fragebogen nicht oder nur schwer erhoben werden. Ihre Aggregation macht Schwierigkeiten, weil sich die Daten auf andere Räume als die sonst üblichen Verwaltungsgebiete beziehen. Auch die Analyse und Bewertung der Informationen stellt neue Anforderungen, indem räumliche Bezüge und Zusammenhänge ausgewertet werden müssen. Kurz: für die Erhebung, Aufbereitung und Analyse der Daten braucht die Statistik neue Methoden und Instrumente.

Im Bereich der Datenerhebung sind hier neue Quellen, wie z.B. die Fernerkundung aus Flugzeugen und Satelliten, zu erschließen. Die Aufbereitung muß derartige Datensammlungen unterstützen und entsprechende räumliche Aggregationen ermöglichen. In der Datenauswertung und -analyse werden geostatistische Verfahren einzusetzen sein, die die räumliche Dimension von Daten ausnutzen, um aus dem Zusammentreffen mehrerer Informationen an einem Ort Schlußfolgerungen ziehen zu können.

*) Präsident des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden.

Im Auftrag mehrerer Bundesressorts hat das Statistische Bundesamt deshalb ein Konzept für eine neue Form statistischer Datenerhebung und -auswertung erstellt. Luft- und Satellitenbilder sowie Karten sollen als Datenquellen ausgewertet werden. Die Verarbeitung der darin enthaltenen Fülle von Details wird durch ein geographisches Informationssystem, einer Art Statistik-Atlas im Computer, ermöglicht.

Es ist vorgesehen, dieses - wie es heute heißt - Statistische Informationssystem zur Bodennutzung (STABIS) in mehreren Stufen aufzubauen. In der ersten Stufe soll eine raumbezogene Datenbank geschaffen werden, die vor allem Daten über die aktuelle Bodennutzung enthält. Bezüglich dieses Merkmals besteht der dringlichste Datenbedarf. Ein einheitlicher und flächendeckender Datenbestand über die Bodennutzung ist von hohem gesellschaftlichem Wert und Nutzen. Er ist die Basis jeglicher Umweltbeobachtung im Raum und wesentlicher Bestandteil zur Bewertung der Wechselwirkung zwischen Ökologie und Ökonomie. Die raumbezogene Datenbank STABIS wird in dieser ersten Stufe so angelegt und strukturiert, daß sie die Option eröffnet, in den folgenden Stufen andere Datenbestände aufzunehmen und auszuwerten. Das ermöglicht z.B. die Zusammenführung verschiedener räumlicher Daten, wie Industriestandorte mit Emissionen, Wohnungsdaten mit Flächenverbrauch, um den Zustand der Umwelt und seine Entwicklung quantitativ erfassen und darstellen zu können. Dies soll als allgemeine Information über den Hintergrund für unser Kolloquium ausreichen. Im Detail wird diese Thematik morgen in den Fachreferaten angesprochen werden.

Ich bin grundsätzlich der Überzeugung, daß die amtliche Statistik die geographische, räumliche Dimension, die in ihren Daten ja enthalten ist, noch intensiver nutzen sollte. Der Bedarf ist zweifellos da, die technischen Möglichkeiten sind verfügbar. Ziel der Tagung soll es deshalb sein, verschiedene Entwicklungen innerhalb und außerhalb der amtlichen Statistik darzustellen, die beides, den Bedarf und die Möglichkeiten, beleuchten. Ich halte es für ausgesprochen erfreulich, daß die Referenten, die wir für dieses Kolloquium gewinnen konnten, die Thematik aus sehr unterschiedlicher Perspektive beleuchten. Dies zeigt einerseits die Breite des sachlichen Spektrums, andererseits wird darin deutlich, daß die Statistik Teil einer Zusammenarbeit verschiedenster Disziplinen ist.

Ich möchte den Referenten an dieser Stelle nochmals ganz herzlich für die Bereitschaft, an dieser Veranstaltung mitzuwirken, danken.

Mein besonderer Dank gilt dem Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt am Main und dort Herrn Professor Schmidt-Falkenberg, der sich freundlicherweise bereit-erklärt hat, die Moderation dieses Kolloquiums zu übernehmen, sowie Herrn Radermacher und Herrn Dr. Ehling, die diese Veranstaltung organisatorisch vorbereitet haben.

Ich wünsche Ihnen, Herr Professor Schmidt-Falkenberg, eine angenehme Moderation, den Referenten, aber auch allen Teilnehmern einen erfolgreichen Verlauf der Veranstaltung und hoffe, daß Sie sich in den zwei Tagen in unserem Hause und in der Stadt Wiesbaden wohlfühlen.

Einführung

Meine sehr verehrten Damen, meine Herren,

das Gewinnen und Darstellen von raumbezogenen Informationen über die Erde ist die Hauptaufgabe der Geodäsie. Meine fachliche Heimat ist die Geodäsie. Ich nehme an, daß dies ein Grund für das Statistische Bundesamt war, mir die fachliche Leitung dieses wissenschaftlichen Kolloquiums anzutragen.

Als vor rund 30 Jahren aus einem erdumkreisenden Raumfahrzeug das erste Satellitenbild vom Planeten Erde aufgezeichnet wurde (1959, unbemannter USA-Satellit "Explorer 6"), hatte die Erkundung und Vermessung der Erde schon einen langen Entwicklungsweg zurückgelegt. Wenn man vorrangig die Erkundung und Vermessung der Landschaft betrachtet, dann lassen sich folgende methodische Schritte erkennen:

- Das Gewinnen von Informationen erfolgte zunächst durch Streifzüge und Wanderungen des Menschen zu Fuß,
- dann durch Reisen auf Tieren,
- nachfolgend durch Reisen auf Landfahrzeugen,
- ab 1858 dann erstmals auch mittels Luftfahrzeugen (d. h. aus einer ganz anderen Perspektive und mit reichlichem Abstand vom Objekt).
- Ab 1959 wurde der Abstand zum aufzunehmenden Objekt dann noch größer: Es entstand (wie schon erwähnt) das erste Satellitenbild von einem Gebiet der Erde.

Die bis heute entwickelten Meßverfahren ermöglichen (je nach ihrer Konzeption) eine punkthafte, streifenhafte oder flächenhafte meßtechnische Erfassung der Landschaft. Zur flächenhaften meßtechnischen Erfassung der Landschaft sind Luftbilder und Satellitenbilder offensichtlich besonders gut geeignet. Das Aufzeichnen dieser Bilder in geeigneter Form und das raumbezogene Auswerten dieser Bilder ist eine Hauptaufgabe von Photogrammetrie und Fernerkundung. Die Begriffe wurden geprägt: um 1866 "Photogrammetrie" und um 1972 "Fernerkundung". Photogrammetrie und Fernerkundung entwickeln bekanntlich Verfahren zum Gewinnen von raumbezogenen Informationen über entfernte Objekte, ohne mit diesen in einen direkten Kontakt zu kommen. Ich brauche hier sicherlich nicht weiter auszuführen, welche Vorteile gegeben sind, wenn man Informationen relativ schnell und raumbezogen über Objekte erhalten kann, ohne einen direkten Kontakt zu diesen oder zu den in diesem Gebiet lebenden Menschen aufnehmen zu müssen.

*) Prof. Dr. Heinz Schmidt-Falkenberg, Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt am Main.

Am Anfang von Photogrammetrie und Fernerkundung stand die Photographie. Sie ermöglichte zunächst, die im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums angesiedelten, objektbezogenen Strahldichten bildhaft aufzuzeichnen. Etwa ab 1932 konnte der Sensibilisierungsbereich dann zunehmend in den nahen Infrarotbereich hinein erweitert werden. Aus Luftfahrzeugen wurden im vergangenen Jahrzehnt in der Bundesrepublik Deutschland pro Jahr rund 100 000 Luftbilder aufgenommen, teilweise auf SW-Film, F-Film und FIR-Film. Das Institut für Angewandte Geodäsie (IFAG) in Frankfurt am Main gibt einen Luftbildnachweis für die Bundesrepublik Deutschland heraus. Die 36. Ausgabe ist soeben erschienen. Alle Ausgaben zusammen ergeben einen Nachweis über die nach 1945 aufgenommenen Meß-Luftbilder. Auch aus erdumkreisenden Raumfahrzeugen entstanden photographische Meßbilder, aufgenommen mit photogrammetrischen Reihenmeßkameras, z.B. 1983 mit der Zeiss-Kamera 30/23 (D), 1984 mit der LFC 30/46 (USA), Bildmaßstab beider Missionen etwa 1 : 800 000, oder mit den photogrammetrischen Kameras der UdSSR, beispielsweise der KATE 200 (etwa 1:1 000 000) oder der KFA-1000 (etwa 1:300 000), deren Bilder heute ebenfalls zugänglich sind.

Mit der Entwicklung von weiteren Sensoren und Bildaufzeichnungssystemen (den Abtastern oder "Scannern") und ihrem Einsatz in Luft- und Raumfahrzeugen (etwa ab 1970) beginnt eine neue Ära in der flächenhaften, raumbezogenen Erfassung der Landschaft. Ein wesentlicher Vorteil dieser neuen Technologie ist, daß mittels passiver und aktiver Systeme nun Strahldichten fast beliebig festlegbarer Bandbreiten aus dem sichtbaren Bereich, dem Infrarotbereich und dem Mikrowellenbereich des elektromagnetischen Spektrums sowohl analog als auch digital aufgezeichnet werden können. Der Bereich und die Qualität der Informationsgewinnung über die Landschaft sind damit wesentlich erweitert beziehungsweise verbessert worden.

Welchen Nutzen die Statistik aus dieser Entwicklung ziehen können, ist vorerst nur abschätzbar. Multidisziplinär durchzuführende Forschungsarbeiten in diesem Bereich könnten bessere Einsicht erbringen! Für die Statistik von außerordentlichem Nutzen ist aber ganz sicherlich, wenn die Bild-Auswertungsergebnisse (auch von analogen Bildaufzeichnungen) in digitaler Form zur Verfügung stehen, z.B. auch jene, die durch visuelle Interpretation von Luftbildern erhalten werden. Die Möglichkeiten, die ein digitales Informationssystem mit raumbezogenen Daten der Statistik heute eröffnet, werden sicherlich in den nachfolgenden Vorträgen deutlich werden. Gemäß dem Tagungsprogramm sind zwei Vortragsblöcke vorgesehen: Im ersten Block sollen die Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung raumbezogener Statistik behandelt werden und im zweiten Block die laufenden statistischen Projekte und Entwicklungen.

Meine sehr verehrten Damen, meine Herren, gestatten Sie bitte, daß ich am Schluß dieser Einführung noch kurz eine Anmerkung mache zu den Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung raumbezogener Statistik. Unsere Erde trägt zur Zeit rund 6 Milliarden Menschen. Wenn wir die jetzige Funktionalität des "Systems Erde" erhalten wollen (und diese ist ja nicht mehr und nicht weniger als die Existenzgrundlage des Menschen), dann ist sicherlich sowohl eine regionale als auch eine globale kontinuierliche Erdbeobachtung erforderlich. Der Bundesminister für Forschung und Techno-

logie hat durch eine Arbeitsgruppe von Wissenschaftlern aus verschiedenen Disziplinen das künftige Erdbeobachtungsprogramm der Bundesrepublik Deutschland erarbeiten lassen. Es wurde Ende vergangenen Jahres fertiggestellt und soll in das 5. Weltraumprogramm der Bundesregierung Eingang finden, das derzeit von der neu gegründeten Deutschen Agentur für Raumfahrtangelegenheiten (DARA) erarbeitet wird. Im gesamten Erdbeobachtungsprogramm wird bewußt unterschieden zwischen Forschung, präoperationeller Nutzung und operationeller Nutzung. Das Statistische Bundesamt hat durch das Projekt "STABIS" (Statistisches Informationssystem zur Bodennutzung) und nicht zuletzt auch durch diese Veranstaltung deutlich gemacht, daß es sich um "neue Wege" in der raumbezogenen Statistik (wie ich meine) erfolgreich bemüht. Vielleicht kann diese Veranstaltung dazu beitragen, daß der Weg von der Forschung über die präoperationelle Nutzung noch zielstrebig zur operationellen Nutzung geführt werden kann. Dies ist jedenfalls meine Erwartung von dieser Veranstaltung!

Geoinformationssysteme - Entwicklungen im Bereich der Datenverarbeitung

Einleitung

Betrachtet man die Komponenten eines Geographischen Informationssystems (GIS), so erkennt man, daß GIS-Einsatz und Entwicklung sehr eng mit dem technischen Fortschritt in der EDV-Industrie verbunden sind. Von den eingesetzten Komponenten

- graphische Software,
- Datenbanksoftware graphisch/nichtgraphisch,
- Statistik,
- graphische Peripherie,
- Rechner,
- Betriebssystem und
- Netzwerke

werden praktisch alle als Standardpakete angeboten. Für den Betreiber eines GIS kommt es darauf an, neben den anwendungsfachlich zu bewertenden Leistungen, solche Komponenten und Konzepte auszuwählen, die eine "Zukunft" in der schnelllebigen EDV-Industrie haben. Die mittlere Produktlebensdauer im Rechnermarkt ist mittlerweile auf ca. 18 Monate zurückgegangen und das Preis/Leistungsverhältnis verbessert sich um ca. 20 - 30% pro Jahr.

"Joy's Law" (William Joy ist einer der Mitbegründer der Firma SUN Microsystems) besagt, daß die MIPS¹⁾-Rate moderner Mikroprozessoren so berechnet werden kann:

$$\text{MIPS} = (\text{aktuelles Jahr} - 1984) \times 2.$$

Wesentlich und entscheidend für den Erfolg jedes EDV-Einsatzes ist die Anwendungssoftware. Über ihren Funktionsumfang soll hier nicht berichtet werden, sondern, welche Kriterien aufzustellen sind, daß

- Investitionen in Software und Arbeit langfristig geschützt sind,
- das System an wachsende Anforderungen angepaßt und
- neue Technologie zur Kostensenkung und Funktionsverbesserung eingesetzt werden kann.

Aus den o.g. Punkten sollen deshalb die Themenbereiche "graphische Software", "Rechner", "Betriebssysteme" und "Netzwerke" ausführlich betrachtet werden.

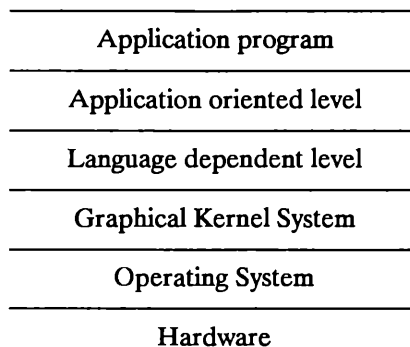
*) Dr. Joachim Wiesel, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Karlsruhe.

1) 1 MIPS = 1 Million Instruktionen pro Sekunde.

1 Normung in der graphischen Datenverarbeitung

Mit der Verabschiedung der Norm DIN 66252 (Deutsches Institut für Normung 1986) bzw. ISO 7942-1985 - Graphisches Kernsystem (GKS) - hat in der graphischen Datenverarbeitung ein wesentlicher neuer Abschnitt begonnen. Zum ersten Mal wurde die Funktion einer idealisierten interaktiven graphischen Systemumgebung sowohl methodisch als auch praktisch festgelegt. GKS hat zu einer einheitlichen Sprache und Begriffswelt geführt. Es liefert eine funktionale Schnittstelle zwischen Anwendungsprogrammen und einer Menge von idealisierten graphischen Einausgabegeräten. Die GKS-Schnittstelle hält Hardware-Eigenschaften vom Anwendungsprogramm fern (siehe dazu die folgende Übersicht 1).

Übersicht 1
Schichtenmodell des GKS nach DIN



Die so entstandene übersichtliche Schnittstelle bietet klare **Darstellungselemente**:

Linienzug: (Polyline) GKS erzeugt einen Linienzug, der durch eine Punktfolge definiert ist.

Polymarke: (Polymarker) GKS erzeugt an gegebenen Positionen zentrierte Marken.

Text: (Text) GKS erzeugt an gegebener Position eine Zeichenfolge.

Füllgebiet: (Fill Area) GKS erzeugt eine polygonumrandete Fläche, die leer oder mit einer einheitlichen Farbe, einem Muster oder einer Schraffur gefüllt sein kann.

Zellmatrix: (Cell Array) GKS erzeugt eine Matrix von Pixel mit individueller Farbe.

VDEL: (General Drawing Primitive - GDP) GKS-Funktion zum Ansprechen besonderer graphischer Fähigkeiten eines graphischen Arbeitsplatzes, z.B. Splinekurven, Kreisbögen usw.

und einheitliche Eingabeklassen:

Lokalisierer:(Locator) Liefert eine Position in Weltkoordinaten (WK).

Liniengeber:(Stroke) Liefert eine Folge von Punkten in Weltkoordinaten (WK).

Wertgeber: (Valuator) Liefert eine reelle Zahl in einem vorgegebenen Intervall - z.B. den Wert eines Potentiometers.

Auswähler: (Choice) Liefert eine ganze Zahl oder keine Auswahl zurück - z.B. Nummer einer Funktionstaste.

Picker: (Pick) Liefert Namen und Pickerkennzeichen eines angepickten Segments oder nicht Gepickt zurück.

Textgeber: (Text) Liefert eine Zeichenfolge vom Arbeitsplatz an das Anwendungsprogramm.

Mit Hilfe eines Segmentmechanismus werden Fähigkeiten zur Bildmanipulation und -änderung eingeführt, unterstützt von dynamischen Attributen und Transformationen.

Das Konzept mehrfacher graphischer Arbeitsplätze ermöglicht die gleichzeitige Ein- und Ausgabe von und zu verschiedenen graphischen Geräten. Arbeitsplatzabhängige und -unabhängige Segmentspeicher erlauben es, graphische Elemente zwischen Arbeitsplätzen zu übertragen.

Übersicht 2 Konzeption der GKS-Leistungsstufen nach DIN

Ausgabeleistungs- stufe	Eingabeleistungsstufe		
	a	b	c
0	keine Eingabe, einfache Steuerungsfunktionen, Metafile wahlweise, nur vordefinierte Bündel, alle Darstellungselemente nur eine Normierungstranf. setzbar	Anforderungseingabe, kein Picker, keine Eingabepriorität	Abfrage- und Ereigniseingabe, kein Picker
1	Vollständige Ausgabefähigkeit, vollständiges Bündelkonzept, mehrere Arbeitsplätze, einfache Segmentierung, Metafile erforderlich	Anforderungseingabe, Setzen der Modi und Initialisieren des Picker	Abfrage- und Ereigniseingabe für Picker
2	arbeitsplatzunabhängiger Segmentspeicher		

Um verschiedene Anforderungen graphischer Systeme zu berücksichtigen, ist GKS in neun Leistungsstufen aufgegliedert (siehe Übersicht 2). Nicht jede Implementierung muß alle Stufen erfüllen, aber jede muß genau die Funktionen einer Stufe anbieten.

GKS benutzt drei verschiedene kartesische Koordinatensysteme:

- WK = Weltkoordinaten, in denen der Anwendungsprogrammierer arbeitet.
- NK = normierte Koordinaten, ein einheitliches System für alle graphischen Arbeitsplätze im Intervall $[0,1] \times [0,1]$.
- GK = Gerätekoordinaten, ein Koordinatensystem je graphischem Arbeitsplatz, implementierungsabhängig.

Im Betriebsmodus eines logischen Eingabegerätes wird angegeben, wer (Bediener oder Anwenderprogramm) die Initiative hat:

- Anforderungseingabe: (Request Input) das Anwendungsprogramm wartet, bis der Bediener eine Eingabeaktion abgeschlossen hat - z.B. Return-Taste betätigt.
- Abfrageeingabe: (Sample Input) Das Anwendungsprogramm fragt - ohne Bediener-eingriff - alle aktivierten Eingabegeräte ab.
- Ereigniseingabe: (Event Input) Eingaben werden vom Bediener asynchron erzeugt - ohne daß das Anwendungsprogramm aktiv wird - und in einer Ereigniswarteschlange zur Auswertung für das Anwendungsprogramm gesammelt.

Für die Bilddatenlangzeitspeicherung und den Datenaustausch stellt GKS eine sequentielle Bilddatei bereit (GKSM, GKS Metafile). Auf das Metafile können zusätzlich nichtgraphische Datensätze (User Items) geschrieben werden, wie z.B. Operatinghinweise, Abrechnungsdaten usw. GKSM erfüllt die Funktion einer Protokolldatei, es ist deshalb für die Langzeitspeicherung von Bildern nicht gut geeignet, zumal das Format nur als Empfehlung in der DIN 86 im Anhang E definiert ist (Deutsches Institut für Normung 1986).

Besser geeignet und speziell zu diesem Zweck entwickelt ist das Computer Graphics Metafile - CGM (International Standards Organisation 1987a, 1987b). Graphische Information, die nach den Regeln des CGM aufgebaut ist, ist in geräteunabhängiger Weise beschrieben. Sie kann gespeichert und zwischen Rechner unterschiedlichster Art ausgetauscht werden.

Neben der funktionalen Beschreibung ist für den Anwendungsprogrammierer die Sprachbindung der einzelnen GKS-Funktionen wichtig. Dort werden Namen und Parameter von Unterprogrammen/Funktionen/Prozeduren festgelegt, die in einer gegebenen Programmiersprache GKS-Funktionen ausführen.

Leider hat sich der Normungsprozeß für die Sprachbindungen stark verzögert. In der folgenden Übersicht 3 ist zusammengestellt, wann mit welchen Normen zur Sprachbindung zu rechnen ist.

Übersicht 3
Zeitplanung für GKS-Sprachbindungen in der ISO SC24/WG 4

GKS-Language bindings		
Language	Status	Time Frame
Fortran	IS Text	11/87
Pascal	IS Text	8/87
ADA	IS Text	7/88
C	DP	5/91

Dabei bedeuten in absteigender Reihenfolge im Normungsprozeß:

- IS Text = International Standard Text. Der fertige Text der Norm ist vom Normungsausschuß an die Normungseinrichtung (ISO/DIN) druckreif abgeliefert, bis zur Veröffentlichung vergehen in der Regel noch 4-8 Monate.
- DIS = Draft International Standard, Normvorläufer.
- WD = Working Draft.
- ID = Initial Draft.
- DP = Draft Proposal.

Neben GKS wird in verschiedenen Bereichen an erweiterten graphischen Systemen gearbeitet. Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System (PHIGS) ist z.B. ein 3-D System, das hauptsächlich für CAD-Anwendungen im Maschinenbau, Bauingenieurwesen usw. gedacht ist. GKS-3D, GKS+, GKS-Review und PHIGS+ sind weitere Namen in diesem Zusammenhang (Rix 1987, Enderle 1989).

- Das statische GKS/GKS-3D System (International Standards Organisation 1987c) läßt nur eine Manipulation auf Segmentebene zu. Attributzuordnungen statisch zur Generierungszeit. GKS-3D erweitert GKS um die dritte Dimension.
- Das dynamische System PHIGS (International Standards Organisation 1987d) erlaubt ein Editieren der aufgebauten hierarchischen Datenstruktur bis zur Elementebene hin. Attribute können zur Darstellungszeit geändert werden und vererben sich in logisch verkettete Substrukturen.

- PHIGS+ erweitert PHIGS um Funktionen zur Darstellung realistischer 3-D Bilder mit Schattierungen, Beleuchtung und um komplexere Objektprimitive. PHIGS+ ist dazu gedacht neue hochleistungsfähige 3-D Graphikarbeitsstationen zu unterstützen.
- GKS-Review ist eine Überarbeitung der existierenden GKS-Norm, um z.B. Fehler und Unklarheiten zu beseitigen, Funktionen klarer zu definieren. Wesentlich ist, daß alle auf GKS basierenden Anwendungsprogramme lauffähig bleiben.
- GKS+ ist eine mögliche funktionale Erweiterung des GKS.

Für GKS-3D ist die internationale Normung abgeschlossen (Funktionale Beschreibung), für PHIGS wird eine ANSI/ISO-Norm voraussichtlich 1988 erscheinen. Die Festschreibung der Sprachschalen wird allerdings noch einige Zeit in Anspruch nehmen!

Übersicht 4
Zeitplanung für GKS-3D/PHIGS Sprachbindungen in der ISO SC24/WG 4

Sprache	GKS - 3D		PHIGS	
	Status	Zeit	Status	Zeit
Fortran	DIS	12/87	2. DP	7/87
	IS Text	7/88	DIS	11/87
Pascal	ID	1/88	DP	5/88
	WD	7/88		
Ada	ID	2/88	DP	9/87
	WD	7/88	DIS	5/88
C	ID	2/88	WD	12/87
	WD	4/88	DP	5/88

Welche Bedeutung haben diese graphischen Standards für den Betreiber einer GIS?

Im täglichen Betrieb sind die Auswirkungen gering. Mittel- und langfristig jedoch ist es für den Hersteller/Lieferanten der GIS-Graphik Software mit relativ wenig Aufwand verbunden, neue Geräte anzuschließen. Ein entsprechender Gerätetreiber muß z.B. dazu in das GKS eingebunden werden. Die Anwendungsprogramme brauchen im Regelfall nicht geändert zu werden. Da die Anwendungssoftware von der Rechner- bzw. Gerätehardware entkoppelt ist, ist es leichter, sie auf neue Rechner zu portieren und so das jährlich um 20 - 30% verbesserte Preis/Leistungsverhältnis in der EDV-Industrie auch nutzen zu können.

Da die Anwendungssoftware vom Leistungsvermögen der graphischen Kernsoftware direkt abhängt, ist es sehr wichtig, daß deren Qualität geprüft wird! Im Falle des GKS kann das mittels einer Validierung durch die Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) im Auftrage des DIN geschehen. Die GMD stellt nach erfolgreicher Prüfung ein Zertifikat aus, das die Normverträglichkeit bescheinigt. Weiter ist zu beachten, daß graphische Grundsoftware, die auf verschiedenen Rechnerarchitekturen und Betriebssystemen lauffähig ist, wegen der o.g. besseren Portierbarkeit hersteller-spezifischen Paketen vorzuziehen ist.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß GKS, selbst in der höchsten Leistungsstufe (2c), nicht in allen Bereichen die Anforderungen graphischer GIS Software erfüllt. Offen ist z.B. die interne numerische Präzision für Speicherung und Verarbeitung von Koordinaten (implementierungsabhängig). Das Segmentkonzept ist nicht gut für graphische Editierfunktionen geeignet, da es dem Implementierer überlassen ist, wieviele Segmente maximal erzeugt und verwaltet werden können. Das Format der Bilddatei (GKSb) ist in der Norm nur als Empfehlung - unverbindlich - beschrieben, sodaß der Austausch von Bilddaten zwischen verschiedenen Implementierungen erschwert ist. Ein Teil der genannten Punkte (Editierfunktionen) wird von PHIGS, das auch für 2-D Anwendungen geeignet ist, abgedeckt. Andere Punkte (Bilddatei) werden durch die ISO Norm 8632-1 bis 8632-4 Computer Graphics Metafile (CGM) erfüllt.

2 Entwicklung der Rechnertechnik

Herkömmliche GDV-Systeme sind traditionell so aufgebaut, daß ein Großrechner/Minirechner (typisch DEC VAX, Prime, IBM) zentral von zahlreichen "dummen" Datenstationen genutzt wird. Einfache graphische Terminals ohne jede lokale Intelligenz müssen jede graphische Eingabe (z.B. Lokalisierer) zum Zentralrechner übertragen, in dem entsprechende Aktionen ausgelöst und Daten zum Terminal zurück übertragen werden. Zentralrechner und Peripherie kommunizieren über relativ langsame, in der Regel serielle Datenleitungen mit maximal ca. 400 000 Bit/s. Begründet waren diese Architekturen durch die sehr hohen Kosten der Zentraleinheiten und -speicher.

Nachdem die Halbleitertechnik seit etwa 1984 eine rasante Entwicklung besonders bei Mikroprozessoren, Speicher- und Peripheriebausteinen erlebt hat, änderte sich die Rechnerlandschaft drastisch.

Mikroprozessoren, wie z.B. eine Intel 80386/387-Kombination, erreichen etwa die 2 - 5fache Rechenleistung einer DEC-VAX11/780 bzw. Micro Vax-II - einst Standardrechner für technisch-wissenschaftliche Anwendungen - für etwa 1500,- DM! Wie bewertet man die Leistung von DV-Anlagen? Leistungsdaten von Rechnern werden in verschiedenen Maßen angegeben, z.B. in MIPS²⁾, MFLOPS³⁾, VUPS⁴⁾. Zwar wird der Begriff

2) MIPS = Million Instructions Per Second.

3) MFLOPS = Millions of Floating Point Operations Per Second.

4) VUPS = Vax Units of Performance.

"MIPS" von vielen Herstellern gerne verwendet, um die Leistung ihrer Produkte zu beziffern, jedoch sind "IBM-MIPS", "SUN-MIPS" oder "VAX-MIPS" nicht miteinander direkt vergleichbar, da sie auf verschiedenen Definitionen des Begriffes "MIPS" beruhen. In der Praxis verwendet man deshalb sogenannte "Benchmarks" (Prüfprogramme). Benchmarks sind sowohl rein synthetischer Natur, wie z.B. die Programme Whetstone, Dhrystone, oder aus Anwendungen abgeleitet, wie z.B. LINPACK oder die Livermore Loops. Die genannten Tests prüfen **n u r** die CPU-Leistung von Rechnern im Einzelbenutzerbetrieb, nicht die Mehrbenutzerleistung, die Einausgabeleistung von Dateisystem oder Netzwerk oder gar die Geschwindigkeit von Graphiksubsystemen. In Übersicht 5, S. 18, sind beispielhaft Leistungsdaten in LINPACK-MFLOPS (Höhere Werte bedeuten auch höhere Leistung) einiger Rechnersysteme zusammengestellt. Die Zahlen sind aus Dongarra (1990) entnommen. Sie sind ein Maß für die Geschwindigkeit, mit der mittels eines Fortran-Programmpaketes (LINPACK) lineare Gleichungssysteme aufgelöst werden. Wie alle Benchmarks ist auch dieser mit Vorsicht zu bewerten - aber Schlüsse auf die Fortran-Leistungsfähigkeit der genannten Rechner im Einzelbenutzerbetrieb lassen sich durchaus ziehen.

Übersicht 5

Ergebnisse des LINPACK-Benchmarks

LINPACK-Benchmark, double precision, N = 100			
Computer	Operating System/Compiler	LINPACK MFLOPS	Architecture
CRAY Y-MP/832 (8 proc.)	CF77 4.0 -Zp	275	Supercomputer
Fujitsu VP2400/10	FORTRAN77/VP V11L10	111	Supercomputer
IBM RISC System/6000-540	xlf-O	27	RISC
IBM ES/9000 Mod. 340 VF	VAST-2/VS Fortran V2R4	23	CISC, Mainframe
CONVEX C-220	Fortran 5.1	21	Minisuper
IBM RISC System/6000-540	xlf-O	13	RISC
IBM 3090/180E VF	VS2.1.1	13	CISC, Mainframe
Stardent 3030	Fortran 3.0	12	RISC
DECstation 5000/200	MIPS f77 2.0	3.7	RISC
DEC VAXvector 6000/410	Fortran HPO V1.0	3.6	CISC
MIPS M/2000	UMIPS 4.3BSD 2.1	3.6	RISC
SUN Sparcstation 490	4.1 f77 1.3.1 -O	3.1	RISC
SUN Sparcstation 1	4.0 f77 -O	1.3	RISC
IBM ES/9000 Model 120	VS Fortran V2R4	1.2	CISC
Prime 6350	Primos 20.2	1.2	CISC
DEC VAX 8700/8800	VMS 4.5	0.99	CISC
DEC VAX 6210	VMS 5.0	0.46	CISC
DEC Mikro VAX II	VMS 4.5	0.13	CISC

Aus der Übersicht 5 erkennt man, daß z.B. eine DEC VAX 8700 und eine SUN Sparcstation-1 etwa gleich schnell sind - eine Sparcstation-1 kostet jedoch nur etwa 10% einer VAX 8700! Ähnlich sind die Verhältnisse bei IBM, MIPS, Pyramid und Hewlett-Packard. Alle genannten Rechner leisten zwischen 10-30 VAX-MIPS und kosten (Basispreis) ab ca. 40 000,- DM. Sie haben aber noch weitere Gemeinsamkeiten: Es sind sogenannte RISC⁵⁾-Maschinen, und sie verwenden alle Unix als Betriebssystem. In Übersicht 6 sind Hersteller und Vertreiber von Rechnern in RISC-Technologie zusammengestellt.

Übersicht 6
Hersteller und Anbieter von RISC-Maschinen

Hersteller	Prozessortyp	Hauptanwender
Acorn	ARM	Acorn, Apple
Hewlett-Packard	Precision	HP
IBM	POWER	IBM
Inmos	Transputer	Atari, FPS, Inmos, Parsytec ...
Intel	i860	Intel, PCS, Stardent, DEC, Alliant, IBM, Oktidata, Olivetti, Samsung, Next
Intergraph	Clipper	Intergraph, Specs
MIPS	Re/3/6000	DEC, MIPS, Sony, PCS, Stardent, SNI, CDC, Concurrent, Silicon Graphics, Prime, Tandem
Motorola	88000	Data General, Opus, Tektronix
Pyramid	9X	SNI, Pyramid
SUN	Sparc	AT&T, ICL, Xerox, Solborne, SUN, Goldstar Goldstar, Fujitsu, Philips, TI, Samsung, Panasonic, Masushita, Mars Microsystems

RISC-Architekturen unterscheiden sich von CISC⁶⁾-Maschinen dadurch, daß nur relativ wenige einfache Maschinenbefehle vorhanden sind. Diese werden aber in viel kürzerer Zeit als die komplexen CISC-Befehle ausgeführt. Wegen der einfacheren Befehlsstruktur sind auch die Prozessorchips einfacher und billiger. Die erzielbare Endge-

5) RISC = Reduced Instruction Set Computers.

6) CISC = Complex Instruction Set Computers.

schwindigkeit hängt stark von der Optimierungsfähigkeit der Sprachübersetzer ab; RISC-Maschinen sind wegen einiger Eigenheiten nur sehr unbequem in Assembler programmierbar. In der Leistungsklasse von 2 - 10 MIPS haben sich Rechner etabliert, die auf den 32-Bit Mikroprozessoren der Firmen Intel (80386/486) basieren. Dies ist darin begründet, daß sie hauptsächlich in Personal Computern (PC) eingesetzt werden. Die für die 80X86-Familie verfügbaren Unix-Versionen unterstützen deshalb auch alle die Möglichkeit, DOS (MS-DOS) unter Unix ablaufen zu lassen. Auch auf diesen Rechnern wird für viele Anwendungen verstärkt Unix als Betriebssystem eingesetzt.

IBM, Intel, MIPS und SUN haben angekündigt, daß bis Ende 1991 RISC-Prozessoren mit ca. 80 Mips Leistung entwickelt sein werden. Ende 1990 liegt die Spitzenleistung (z.B. MIPS R6000, IBM RS6000/530) bei ca. 40-60 MIPS, gemessen mit dem Dhrystone-Benchmark. Kein Allzweck-CISC-Mikroprozessor erreicht auch nur annähernd diese Geschwindigkeit. Intel 80486/33MHz und Motorola 68040/25MHz erzielen etwa 12-20 MIPS (Dhrystone).

3 Betriebssysteme

Wie schon im vorhergehenden Abschnitt dargestellt, spielt Unix eine immer größere Rolle. Praktisch alle Computerhersteller bieten neben ihren eigenen oder exklusiv die eine oder andere Variante des Unix-Betriebssystems an. Unix in seinen verschiedenen Ausprägungen ist heute vom PC bis zum Supercomputer (z.B. CRAY-2/X-MP/Y-MP) lauffähig und verfügbar.

In Übersicht 7, S. 21, ist die Entwicklungsgeschichte zusammenfassend dargestellt. Unix entstand 1969 bei Bell Laboratories, einem gemeinsamen Forschungslabor von AT&T und Western Electric. Erst in späteren Jahren, nämlich 1983, beginnt AT&T das Unix System V kommerziell zu vertreiben und auch durch Schulung, Dokumentation usw. zu unterstützen. Parallel zu den Entwicklungen innerhalb von AT&T begann die Universität von Südkalifornien in Berkeley, finanziell stark unterstützt vom Verteidigungsministerium (DARPA), ein eigenes System fortzuschreiben. Dieses System, bekannt als Berkeley Unix oder BSD (von Berkeley Software Distribution), basierte auf der Version 7 des AT&T-Unix. BSD-Unix - mittlerweile in der Ausgabe BSD 4.3 - diente hauptsächlich Forschungszwecken, wie z.B. virtuelle Speicherverwaltung, Netzwerke, schnelles Filesystem, Benutzerinterface. Es ist deshalb auch, da es nahezu kostenlos an Forschungsinstitutionen abgegeben wurde, im Universitätsbereich verbreitet und beliebt.

Die BSD-Variante diente den Firmen SUN Microsystems und Digital Equipment Corporation (DEC) als Basis für ihre Systeme (SUNOS, Ultrix). Beide Hersteller haben jedoch wesentliche Komponenten des System V.3 integriert. Mit der seit Ende 1990 von AT&T freigegebenen Version System V.4 (SVR4) soll die gespaltene Welt wieder zusammengeführt werden. SVR4 integriert SVR 3.2, BSD 4.3, SUNOS und XENIX zu einem einheitlichen Betriebssystem.

Übersicht 7
Entwicklung der Unix-Betriebssystemfamilie

USC-Berkeley	AT&T	OSF	Jahr
	V5	-	1975
	V6	-	
	V7	-	1979
BSD 3.0	System III	-	1981
BSD 4.1	System V.1	-	1983
BSD 4.2	System V.2	-	1984
BSD 4.3	System V.3	-	1986
	System V.3.2	-	1988
	System V.4	-	1990
BSD 4.4	System V.4.1	OSF/1	1991

Zusätzlich animierte AT&T interessierte Prozessorhersteller, ein sogenanntes Application Binary Interface (ABI) festzuschreiben. Ein ABI für eine Prozessorfamilie gestattet es einem Softwareproduzenten, auf allen Unix-Varianten einer Prozessorfamilie, die ABI-konform ist, Programme nur noch in binärer Form ausliefern zu müssen. Neues Übersetzen oder Binden ist nicht mehr nötig. ABI-Unix schafft somit die gleichen Betriebsbedingungen wie z.B. MS/PC-DOS, wo Anwendungsprogramme schon immer nur in lauffähiger Binärform ausgeliefert wurden. ABI sind bereits definiert für die Intel 80386/486-Familie, Motorola 88000, MIPS R3000/6000, SPARC und Intel 80860. Das ABI-Konzept wird zu erheblich niedrigeren Preisen für Standardsoftware (z.B. Datenbanksysteme, Textverarbeitung) führen, da die Hersteller wesentlich weniger Varianten pflegen müssen und der Installationsaufwand sich verringert.

Da das Unix-System sich im Eigentum der Firma AT&T befindet (jetzt ausgelagert an die Tochterfirma Unix Software Laboratories- USL) fanden sich einige mit der Situation unzufriedene Firmen zusammen, um ein "neues" Unix-ähnliches System ohne Abhängigkeit von AT&T zu schaffen: Die Open Software Foundation (OSF) war geboren. Zu den Gründungsmitgliedern gehörten u.a. DEC, HP, IBM und Siemens. Ziel der OSF ist, ihre Mitglieder mit Basissoftware zu versorgen, um lizenzrechtlich unabhängig zu sein. Das neu konstruierte Betriebssystem trägt den Namen OSF/1. OSF/1 erfüllt alle

gängigen Normen (SVID2, POSIX, ANSI-C, XPG3) und erhält wesentliche Eigenschaften des BSD 4.3 und basiert im Kern auf dem MACH-Betriebssystem der Carnegie-Mellon University.

Als Antwort auf diese neue Situation gründete AT&T ebenfalls eine Interessengemeinschaft Unix International - UI, in die Firmen wie z.B. SUN, Unisys, ICL eintraten. In der Zwischenzeit sind nahezu alle Computerfirmen Mitglied in beiden Vereinigungen. Der Konkurrenzkampf zwischen UI und OSF hat jedoch dazu geführt, daß die Lizenzgebühren sowohl für OSF/1 (ab Ende 1991 verfügbar) und SVR4 wesentlich niedriger sind als die der Vorgängerprodukte - ein Gewinn für den Anwender.

An dieser Stelle sei noch ein Zitat zur Kostenentwicklung der EDV eingefügt (Vollmer 1990): Dr. Hans-Dieter Wiedig, der Vorstandsvorsitzende der neugegründeten Siemens-Nixdorf-Informationssysteme (SNI), nennt als eine der Ursachen für die Schieflage der ehemaligen Nixdorf AG während einer Pressekonferenz "weil das Bekenntnis zu offenen Systemen (sprich: Unix⁷⁾) die Gefahr (!⁸⁾) in sich berge, am Markt vergleichbar zu sein" deshalb setze man den "Schwerpunkt zuerst auf (das nicht offene, proprietäre⁹) BS2000 und erst dann auf Unix/Sinix".

Den Umkehrschluß aus dieser Ansicht möge jeder EDV-Anwender selbst ziehen ...

Ob jedoch OSF/1 die bereits existierenden Systeme der OSF-Mitglieder ablösen wird (AIX, Ultrix, HP-UX) oder nur technologisch interessante Teile integriert werden, ist bisher aus den Mitteilungen dieser Hersteller nicht klar geworden (Kienle 1990).

Auf verschiedenen anderen Ebenen wird zur Zeit versucht, einen bestimmten Leistungsumfang von Unix als Norm festzuschreiben. Die schärfsten Vorschriften werden von der X/Open-Gruppe, das sind die Firmen:

- Bull,
- ICL,
- SNI,
- Olivetti,
- Philips,
- Ericsson,
- DEC,
- Unisys,
- Hewlett-Packard und
- AT&T

festgeschrieben. Im X/OPEN Portability Guide (X/OPEN 1987) werden höhere Applikationsschnittstellen definiert. Wesentliche Anstrengungen der X/OPEN-Gruppe konzentrieren sich auf die "Internationalisierung" - d.h. das Anpassen von Meldungen und

7) Anmerkung des Autors.

8) Anmerkung des Autors.

9) Anmerkung des Autors.

Interaktionen auf die verschiedenen nationalen Sprachen. Da X/OPEN auf kommerzielle Anwender zielt, hat man eine ISAM-Datei-Zugriff und eine Datenbankschnittstelle festgeschrieben, die auf dem relationalen SQL-Standard (ANSI X3.135-1986 Level 2) basiert.

In der nächst niedrigen Stufe, der System V Interface Definition der Firma AT&T (1986b) sind Dienstprogramme und C-Funktionsaufrufe festgelegt, während der vom IEEE P1003-Komitee herausgegebene POSIX.1-Normentwurf (POSIX 1986) sich auf die Funktionsaufrufe des Betriebssystems beschränkt. In Übersicht 8, S. 24, sind die Zusammenhänge dargestellt (Gulbins 1988b, Dunlop 1989). Alle genannten Dokumente werden die neue ANSI-Norm für die Programmiersprache C übernehmen bzw. darauf verweisen, wenn es um die Sprachbindung von Funktionsaufrufen geht.

Einige Firmen lösen das Dilemma der zwei Unix-Familien (BSD/System V), indem sie beide Versionen gleichzeitig bereitstellen (Dual Universe-Konzept). Pyramid, Sequent und Stardent sind Vertreter dieser Lösung. Andere Firmen, wie z.B. Digital Equipment (Ultrix-32), SUN Microsystems (SUNOS) oder IBM (AIX-3) haben ihren ursprünglich auf BSD 4.2/4.3 basierenden Versionen zusätzliche System V.3-Eigenschaften verlieren.

Grundsätzlich läßt sich feststellen, daß Unix-Systeme, die auf der SVID beruhen, die beste Gewähr dafür bieten, Anwendungsprogramme relativ einfach portieren zu können, da es bis heute nur wenige X/OPEN-konforme Betriebssysteme gibt.

Sowohl System V.4 als auch OSF/1 erfüllen die SVID.

Neben Unix ist im PC-Bereich das PC/MS-DOS Betriebssystem mittlerweile millionenfach in Gebrauch. Mitte 1987 kündigten IBM und Microsoft ein neues System zuerst für die neue IBM PC-Generation PS/2 mit dem Namen OS/2 an. Mittlerweile weiß man, das OS/2 nicht nur auf PS/2-Maschinen läuft, sondern auf praktisch allen PC/AT-Kopien, dem IBM-PC/AT und dem PC/XT-286. OS/2 ist ein Einbenutzer/Multitasking-Betriebssystem, das nur auf Rechnern mit dem Intel 80286/386/486-Prozessor lauffähig ist. Bestimmte, sogenannte "well behaved" MS-DOS-Programme können in der "Compatibility Box" ablaufen. Wegen technischer Mängel des 80286 werden diese Programme aber erheblich langsamer sein als unter DOS. Der große Nachteil von OS/2 ist, daß die Fähigkeiten der 32-Bit-Prozessoren Intel 80386/486 nicht genutzt werden! Ein Anwendungsprogrammierer hat weiterhin mit dem segmentierten Adreßraum zu kämpfen, der virtuelle 8086-Modus des 80386/486-Chip wird nicht verwendet, die 32-Bit-Arithmetik nicht angesprochen. Ein Großteil der Fähigkeiten des 80386/486-Chip liegt einfach brach.

Übersicht 8

Zusammenhang zwischen verschiedenen Software-Normen

Standards-proposal	Interface level	Source
X/OPEN	Applications	X/OPEN Group (Vendors)
SVID	Application interface Unix utilities	AT&T
ANSI-C	C-Language and OS independent libraries	NIST, ISO
POSIX	Portable Operating System	IEEE, ISO
POSIX.1	Operating System Interface (ISO 9945-1) C-Language Interface and Binding	IEEE, ISO
POSIX.2	Shell and Tools Standard (ISO 9945-2)	IEEE, ISO
POSIX.3	Conformance Testing (ISO ???)	IEEE, ISO
POSIX.4	Realtime Extensions (ISO 9945-1)	IEEE, ISO
POSIX.5	ADA-Binding (ISO 1xxx-2)	IEEE, ISO
POSIX.6	Security (ISO 9945-1)	IEEE, ISO
POSIX.7	System Administration (ISO 9945-3)	IEEE, ISO
POSIX.8	Transparent file access - RPC (ISO ???)	IEEE, ISO
POSIX.9	Fortran Binding (ISO 1xxx-3)	IEEE, ISO
POSIX.10	Supercomputing (ISO ???)	IEEE, ISO
POSIX.11	Transaction Processing (ISO ???)	IEEE, ISO
POSIX.12	Protocol independent interfaces	IEEE
POSIX.13	Real time	IEEE
POSIX.14	Multitprocessing study group	IEEE
POSIX.15	Supercomputing batch element	IEEE

Ein weiterer Mangel von OS/2 darf nicht verschwiegen werden: Es läuft **n u r** auf Intel 80286/486-Chips - auf keinem anderen Prozessor! In Übersicht 9 sind wesentliche Eigenschaften zusammengestellt.

Übersicht 9
Gegenüberstellung von Betriebssystemen für Intel 80xxx-Familie

	PC/MS-DOS 4.x	OS/2 1.x	Unix System V.3/V.4
Max. user memory	600 KB, segment. 64 KB Segments	16 MB, segment. 64 KB Segments	2 GB linear, virtual
Multitasking	1	256	32000
User	1	1	1-100
Network	Netbios	OS/2-Lanmanager	TCP/IP, NFS, RFS, Lanmanager/X
Max. file size	512 MB	2 GB	2 GB
Windowsystem	GEM/MS-Windows	Presentation Manager (1.1)	X-Windows, Motif, Open Look
DOS programs	yes	yes, 98 %	yes, multiple, 98 %

Im Gegensatz dazu nutzen die Unix-System V.3/4 Implementierungen für den 803(4)86, die z.Zt. erhältlich sind (AT&T Unix, ESIX, Intel Unix, Interactive Unix, Microport, SCO-Unix, UHC-Unix V.4), alle Aspekte des leistungsfähigen Chip aus. Sie bieten zudem die Möglichkeit, DOS-Programme im virtuellen 8086-Modus als Unix-Prozeß ablaufen zu lassen - dies nicht nur an der PC-Konsole, sondern von jedem angeschlossenen Terminal aus.

4 Lokale Netzwerke

Lokale Netzwerke (LAN), die so charakterisiert sind, daß die überbrückten Entfernungen nur wenige Kilometer betragen, erlauben es, Rechner auch verschiedener Hersteller mit hoher Geschwindigkeit miteinander zu vernetzen. In Übersicht 10 (siehe S. 26) ist das sogenannte ISO-7-Ebenen Modell dargestellt, das praktisch allen heutigen LAN als Referenz dient. Weit verbreitet und von fast allen Rechnerherstellern angeboten,

wird ein LAN-System, das die ARPA-Protokolle TCP/IP¹⁰⁾ mit überlagerten Anwendungsschichten File Transfer Protocol (FTP) und Telnet (virtual Terminal) benutzt. Mit Telnet kann ein Benutzer an einem Rechner sich an einen anderen vernetzten Rechner anmelden und dort wie mit einem lokal angeschlossenen Terminal arbeiten. FTP erlaubt Dateien zwischen vernetzten Rechnern zu transferieren (Binär- und Textdateien). Das SMTP¹¹⁾-System dient dem Versand elektronischer Post zwischen Benutzern vernetzter Rechner. In der Unix-Welt gibt es zusätzlich weitere Anwendungsprogramme in den höheren Ebenen (5-7), wie z.B. rcp (Remote Copy - kopiert Dateien zwischen Rechnern), rsh (Remote Shell - führt ein Kommando auf einem entfernten Rechner aus), rmt (Remote Magtape utility - Steuern eines am entfernten Rechner angeschlossenen Magnetbandgerätes), lpr (Druckerspooling auf einem entfernten Rechner). Die genannten Programme gehören zu den oben erwähnten "Berkeley Enhancements".

Übersicht 10 ISO/OSI Netzwerkmodell

ISO-Level	TCP/IP	Standards	ISO Standards
7: Application			
6: Presentation	Telnet, FTP	MIL Standards 1782,	VTS, FTAM,
5: Session	SMTP	1780	X.400
4: Transport	TCP	MIL Standard 1778	ISO 8073 class 4
3: Network	Internet Protocol (IP)	MIL Standard 1777	ISO 8473
2: Datalink	Ethernet, CSMA/CD	IEEE-802.3, ISO 8802/3	ISO 8802/3
1: Physical	Ethernet 50 Ohm Basisband	IEEE-802.3, ISO-8803/3	ISO 8802/3

Mit Hilfe der TCP/IP Netzwerksoftware kann sich ein Rechnerbenutzer in jeden anderen Mini- oder Großrechner (auch IBM VM bzw. MVS) einloggen, Dateien übertragen, elektronische Post versenden und empfangen. Mit der entsprechenden Hard- und Software (Ethernetadapter, Transceiverkabel, Transceiver, PC/TCP-Software) bleibt diese Funktion auch einem PC-Benutzer mit DOS nicht verschlossen.

10) TCP/IP = Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

11) SMTP = Simple Mail Transfer Protocol.

Einen Schritt weiter in der Vernetzung heterogener Rechner ist die Firma SUN Microsystems gegangen, indem sie ein "Network File System" (NFS) geschaffen hat und - ein geschickter Marketingschachzug - jedem Interessenten sowohl die Software als auch die Protokollspezifikationen fast kostenlos zur Verfügung gestellt hat. NFS erweitert das lokale Dateisystem eines beliebigen Rechners um Dateien, die an entfernten Rechnern gespeichert sind. NFS ist für Benutzer und Programmierer fast völlig transparent; auf entfernte Dateien wird mit den gleichen Funktionsaufrufen und Dienstprogrammen zugegriffen wie auf lokale. Zusätzlich beinhaltet das NFS-System die REX¹²⁾-Funktion und ein Netzwerkdateiverwaltungssystem NIS¹³⁾, früher YP¹⁴⁾ genannt. NIS ist dafür verantwortlich, daß Verwaltungsdateien in einem Rechnernetz zentral gepflegt werden. REX erlaubt, Programme auf entfernten Rechnern zu starten. Zum Transformieren der verschiedenen rechnerinternen Darstellung binärer Zahlen in einem heterogenen Netz kann XDR¹⁵⁾ verwendet werden.

NFS hat sich als Quasi-Standard in der Rechnerindustrie durchgesetzt und ist auch als PC-NFS (von SUN Microsystems) oder PC/TCP Interdrive (von FTP Inc.) für IBM-PC und Kompatible erhältlich.

In der Unix-Version System V.3R1 von AT&T taucht zum ersten Mal ein weiteres Netzwerkdateisystem mit dem Namen "Remote File System" (RFS) auf. RFS hat gegenüber NFS einige Vorteile beim Vernetzen von Unix-Rechnern, aber auch den Nachteil, daß es nur für Unix-Systeme geeignet ist.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß es für die LAN-Vernetzung heterogener Rechner zu Ethernet/IEEE 802.3 TCP/IP und NFS keine Alternative gibt. TCP/IP Implementierungen gibt es für Apple MacIntosh, MS/PC-DOS, Unix, VAX/VMS, Data General AOS, Primos, IBM/VM, IBM/MVS um nur die wichtigsten Betriebssysteme zu nennen. Typische Transfergeschwindigkeiten für Dateiübertragung mit FTP auf einem Ethernet liegen zwischen 30 KB/s¹⁶⁾ bis ca. 450 KB/s. NFS erzielt je nach Rechnerotyp noch höhere Geschwindigkeiten.

5 Graphik

Wegen der in den vorhergegangenen Kapiteln dargestellten fast revolutionär zu nennenden Rechnerentwicklung, erfüllen zentral angeschlossene "dumme" Graphikterminals heute nicht mehr alle Anforderungen der GDV. Für GIS-Systeme sollte ein graphisches Terminal eine Punktauflösung von mindestens 1024 x 768 Punkten haben, 16 - 256 Farben simultan darstellen, lokale Segmentverwaltung vorweisen, Flächenfüllfunktionen ausführen und zusätzlich Rasterdaten darstellen können. Die Benutzer-

12) REX = Remote EXecution.

13) NIS = Network Information Services.

14) YP = Yellow Pages.

15) XDR = eXternal Data Representation.

16) KB/s = Kilo Byte je Sekunde.

schnittstelle wird umso eher akzeptiert, je komfortabler sie ist. Deshalb: Blinken, spezielle Dialogbereiche, Menüs und Fenstereinblendungen gehören heute zum Standard - wie man bei preiswerten PCs beobachten kann. Addiert man alle diese Fähigkeiten zusammen, so ist leicht ersichtlich, daß zu ihrer Realisierung ein leistungsfähiger Rechner mit großem Speicher und recht komplexen Programmen nötig ist.

Heutige Graphikworkstations, mit der richtigen Grundsoftware ausgestattet, erfüllen praktisch alle o.g. Forderungen. Anbieter solcher Geräte sind z.Zt. beispielsweise Apple, Data General, DEC, Hewlett-Packard, IBM, Intergraph, Next, PCS, Silicon Graphics, SNI, Stardent, Solbourne, Sony, SUN, Tektronix. In Croll (1988) und Robinson (1988) sind detaillierte Übersichten von Geräten zusammengestellt.

Zentrale Komponente jeder Workstation ist ein Window-System. Ein Window-System verwaltet die reale Displayoberfläche des Grafikbildschirms. Es teilt sie - gesteuert vom Benutzer mittels Maus und Tastatur - in viele (oder auch nur eines) Fenster auf, in denen je genau ein Anwendungsprogramm laufen kann. Das wichtigste zur Zeit benutzte Window-System ist das "X-Windows" System. X wurde am Massachussets Institute of Technology (MIT) im Rahmen eines Kooperationsprojektes mit DEC und IBM entwickelt und steht jedem Interessenten praktisch kostenlos zur Verfügung. X besteht aus einem Server und einem Client. Das Clientprogramm sendet Kommandos zum Serverprogramm, das die eigentlichen Bildschirmausgaben macht und Tastatur/Maus/Tablett verwaltet. Das eigentlich wichtige ist, daß Client und Server auf zwei verschiedenen Rechnern, verbunden über ein Netzwerk laufen dürfen. Das bedeutet, daß eine Workstation des Herstellers A mit einem Rechner des Herstellers B graphisch kommunizieren kann! In Übersicht 11 sind die wesentlichen Komponenten von X zusammengestellt.

Übersicht 11
Komponenten der X-Windows Umgebung

Komponente	Funktion	Lieferant
X-Library	Low-Level Funktionsbibliothek	MIT
Xt-Library	Medium Level Funktionsbibliothek	MIT
Motif	Toolkit, Window Manager, Style Guide	OSF
Open Look	Toolkit, Window Manager, Style Guide	SUN, AT&T
Looking Glass	Desktop Manager	Visix
x.desktop	Desktop Manager	IXI

X beinhaltet neben dem eigentlichen Kern einige Anwendungsprogramme (xterm - vt102 und Tek4014 Emulation, xshell - eine "point and click executive", xgedit - ein einfacher Graphikeditor, xclock - eine Uhr, RB - ein Rastereditor u.a.) und Bibliotheken für Anwendungsprogrammierer (z.B. Xlib und Xtlib zum Erstellen von Menüs, Message Boxes und Panels). Wichtig ist, daß ein Anwendungsprogramm, das auf X-Windows aufsetzt ohne Änderung auf unterschiedlichster Hardware ablaufen kann. Wegen der Vorteile des X-Window Systems haben sich die Firmen Apple, Data General, DEC, Hewlett-Packard, Concurrent, IBM, SNI, Sony und Stardent zusammengeschlossen, um X als Window-Standard auch formal festzulegen. Außerdem haben die genannten Firmen einen gemeinsamen Vorschlag für einen Satz von Benutzerwerkzeugen gemacht.

Die Definition von X - so wie sie vom X-Konsortium am MIT gegeben wird - besteht aus der Spezifikation des X-Protokolls und den Funktionen der Xlib. Alles darüberhinausgehende (z.B. die vom MIT kostenlos erhältlichen Client-Anwendungen, Window-Manager usw.) ist als "Beispielimplementierung" zur Verdeutlichung der o.g. Definitionen zu verstehen. X-Windows selbst beinhaltet **n i c h t** eine MS-Windows/MacIntosh/Atari-ähnliche Bedieneroberfläche - die muß extra erworben werden. Auf den Windowmanager aufgesetzt sind Produkte wie z.B. X-Desktop (von IXI), Looking Glass (von Visix), WiSH (von NSL) oder Open Look Desktop Manager (von SUN) zu nennen. Auch bei den Windowmanagern ist eine reiche Vielfalt zu beobachten: Kostenlos gibt es uwm, awm, und twm vom MIT. Die OSF hat Motif mit mwm entwickelt, während AT&T/SUN/UI Open Look anbieten.

Window-Manager und Bedieneroberflächen spalten die Nutzerwelt beinahe in "Religionskriege", da Ästhetik und Funktion nur an rein subjektiven Kriterien gemessen werden können. Für den Softwareentwickler gilt es jedoch (z.Zt. noch) zu entscheiden, für welche Welt er entwickeln will, wenn er den Komfort der angebotenen "Widgets" und "Toolkits" nutzen möchte. Als Lösung dieses derzeitigen Dilemmas ist jedoch schon ein "Supertoolkit" in Sicht; Solbourne und GSS haben solche Produkte zum Teil schon lauffähig. XVT (von GSS) erlaubt schon jetzt Anwendungen für MS-Windows, Apple MacIntosh und Motif ohne Änderung des Quellcodes zu schreiben. Ähnliche Funktionen bietet Solbourne's Bibliothek für die Sprache C++ bezüglich Motif und Open Look.

Zusammenfassung

Faßt man die dargestellten Entwicklungen zusammen, so besteht ein für GIS-Anwendungen besonders gut geeignetes Computersystem aus folgenden Komponenten:

- Farbgraphische Workstation,
- Unix als Betriebssystem,
- X-Window als Benutzeroberfläche,
- TGP/IP mit NFS für die Kommunikation,
- GKS oder PHIGS als graphische Grundsoftware,

- CGM für die Bilddateispeicherung,
- X/OPEN - ISAM für indexsequentiellen Dateizugriff und
- SQL als Interface für die nichtgraphische Datenbank.

Mit dieser Konfiguration lassen sich die in der Einleitung aufgestellten Kriterien erfüllen.

Literaturhinweise

Allison, A. (1986): RISCs challenge Mini, Micro Suppliers, Mini-Micro Systems 11/1986, S. 127 - 136.

AT&T (1986a): The Unix System User's Manual. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 637 S.

AT&T (1986b): System V Interface Definition Issue 2, Vol. 1-3, ISBN 0-932764-10-X, AT&T CIC, Indianapolis.

Boldyreff, C. (1987a): Progress of ANSI/ISO-C Standardisation, EUUG-Newsletter Vol. 7, No. 2, S. 53-57.

Boldyreff, C. (1987b): POSIX Progress at ISO Level and at BSI Level, EEUUG-Newsletter Vol. 7, No. 3, S. 77-79.

Croll, B. (1988): The Benchmark Dilemma - An Expert's Guide, Computer Graphics World 1/1988, S. 59-75.

Dangermond, J., Morehouse, S. (1987): Trends in Hardware for Geographic Information Systems, Proceedings Autocarto 8, S. 380-385, Baltimore.

Deutsches Institut für Normung (1980): Programmiersprache FORTRAN, DIN 66027, Beuth-Verlag, Berlin.

Deutsches Institut für Normung (1986): Graphisches Kernsystem (GKS), Funktionale Beschreibung, DIN 66252, Teil 1. Beuth-Verlag, Berlin.

Dongarra, J. (1990): Performance of Various Computers Using Standard Linear Equations Software in a Fortran Environment. Computer Science Department, University of Tennessee, Knoxville, TN, Report CS-89-85, Nov. 2.

Dunlop, D. (1989): ISO/IEC JTC1/SC22/WG15 (POSIX) Meeting October, 1989. EUUG Newsletter Vol. 9, No. 4, S. 55-60.

Enderle, G., Scheller, A. (Hrsg., 1989): Normen der graphischen Datenverarbeitung, Handbuch der Informatik, Band 9.1, 183 S., Oldenbourg Verlag, München/Wien.

Fibronics (1987): Ring frei für LWL. DECKBLATT 10/1987, S. 110-114, Markt&Technik-Verlag.

- Gulbins, J. (1988a): Die Entwicklung von Unix. DECKBLATT 1/1988, S. 59-64, Markt&Technik-Verlag.
- Gulbins, J. (1988b): Der Bison grast woanders. DECKBLATT 2/1988, S. 63-67, Markt&Technik-Verlag.
- Huckaby, S. (1987): Programmable Chip clears Graphics Jam. Mini-Micro Systems 10/1987, S. 89-98.
- International Standards Organisation (1987a): Information Processing Systems - Computer Graphics - Metafile for the Storage and Transfer of Picture Description Information (CGM), Part 1: Functional Specification, Part 2: Character Encoding, Part 3: Binary Encoding, Part 4: Clear Text Encoding, ISO 8632.
- International Standards Organisation (1987b): Information Processing Systems - Computer Graphics - Addendum 1 of the Metafile for Storage and Transfer of Picture Description Information (CGM), ISO 8632-1/PDAD1.
- International Standards Organisation (1987c): Information Processing Systems - Computer Graphics - Graphical Kernel System for Three Dimensions (GKS-3D), Functional Description. ISO-TC97/SC21 N1414, ISO DIS 8805.
- International Standards Organisation (1987d): Information Processing Systems - Computer Graphics - Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System (PHIGS), Part 1-3, ISO-TC97/SC21 N1945-47, ISO DP 9592/1-3.
- Kienle, M., Kuschke, M. (1990): ComPromise of Freedom. OSF/1-Unix-Betriebssystem unter anderen? IX Multiuser-Multitasking-Magazin 7/1990, S. 18-23.
- Mini-Micro Systems (1987): Other Contenders in the Graphics Race. Mini-Micro Systems 10/1987, S. 101-104.
- Pfaff, G. (1987): Standardisierung in der Computer-Graphik. CAD-CAM 6, S. 104-111.
- Plaehn, M. (1987): PHIGS; Programmer's Hierarchical Interactive Graphics Standard. Byte Vol. 12, No. 13, S. 275-286.
- POSIX (1986): IEEE: IEEE Trial-Use Standard Portable Operating System for Computer Environment, ISBN 0471-85027-6, IEEE New York.
- Rix, J. (1987): Auf dem Weg zur Koexistenz der grafischen Standards. CAD-CAM-Report Nr. 10/1987, S. 82-83.
- Robinson, P. (1988): Worlds Collide in Low-End Market. Computer Graphics World 2/1988, S. 60-72.
- Sanders, R. (1987): The Myth of Graphics Standards. Systems International 10/1987, S. 92/94.
- Scannel, G. (1987): TCP/IP popularity to skid ..., Mini-Micro Systems 9/1987, S. 21-22.

- Secula, L. (1987): OSI Standards bolster Data Communications. *Mini-Micro Systems* 11/1987, S. 69-78.
- Southard, R. (1987): LANs: State of the Unions. *Mini-Micro Systems* 9/1987, S. 55-78.
- Stehle, W. (1987): Glasfaserkabel auf dem Campus der Universität Karlsruhe. *CAK/3*, S. 5-12.
- Stern, H. (1987): Comparison of Window Systems. *Byte* Vol. 12, No. 13, S. 265-272.
- Teja, E. (1987): Light Work for high-speed Links, *Mini-Micro Systems* 9/1987, S. 81-89.
- Torres, R., Shankman, R. (1987): Coprocessor revs up Graphics Performance, *Mini-Micro Systems* 10/1987, S. 70-86.
- Vollmer, M. (1990) hw: Nixdorf 8870: Spiel auf Zeit. *TOPIX-Abteilungsrechner und Workstations* 11/1990, S. 7.
- Willem, M. (1988): Pionierarbeit in Unix. *DECKBLATT* 1/1988, S. 78-79, Markt&Technik-Verlag.
- X/OPEN (1987): X/OPEN Portability Guide, Volumes 1-5. Elsevier Publishing, Amsterdam.

A better knowledge of the European environment for its better management: the CORINE Programme 1985 - 1990

1 The preparation of appropriate information

It is obvious that to be in a position to conserve and improve the environment, one must know what state it is in, and how it is developing. In other words, one must have access to information on the distribution of the fauna and flora and their habitats, on the sources, extent and location of pollution, on the state of natural resources, as well as on the natural risks threatening the environment, and on man's activities. This is true at all levels of responsibility, local, regional, national and Community. A difficulty peculiar to the Community level is the considerable variation of environmental data characteristics (availability, definitions, measurement methods etc.) between countries and often even between regions. As a consequence, in the great majority of cases, the data cannot be compared and directly used to picture the state and development of the European environment for the benefit of Community policy.

In response to this need for information, it was decided to undertake the CORINE Programme to gather, coordinate and ensure the consistency of information on the state of the environment and natural resources. Initially planned for a four year period¹⁾, the Programme was extended by two years²⁾.

The Programme had two objectives, namely:

- to verify the usefulness of a permanent information system on the state of the environment for Community environmental policy, to check the technical feasibility of creating such a system, and to identify the conditions required for its installation and functioning.
- to supply information useful for Community environmental policy on topics of priority concern (biotopes, acid deposition, the Mediterranean environment).

The budget allocated specifically to the Programme was 10.5 mn ECU, an average of 1.75 mn ECU per year.

Concerning the first of these objectives, the CORINE Programme results show that a permanent information system on the state of the Community environment is necessary, and technically feasible. Additionally, the Programme has permitted the precise definition of the conditions necessary for the realization and operation of such a system.

^{*)} Commission of the European Communities, Brüssel.

1) OJ L176 of 6/7/85.

2) OJ L81 of 28/3/90.

The second of the Programme's objectives has also been successfully attained. Data on the priority topics were collected, supplemented by a series of basic data, and organised in an operational geographic information system. Chart 1 (see p. 37 f.) gives an overview of the contents of the CORINE information system.

In the light of these results in particular, the Council of Environment Ministers took the decision to transform the CORINE prototype into a permanent information system and, with this aim, decided to create a European Environment Agency³⁾. The first task of the Agency, which will be supported by a European Environment Information and Observation Network, will be to continue and develop the CORINE Programme and to supply the Community and its member states with increasingly objective, reliable and comparable information on the state of the environment notably by using and developing CORINE.

2 The use of the information

It is clear that the collection of data and the creation of an information system were not the ultimate aims of the CORINE Programme. Over and above the creation of information comparable at Community level, the goal was to stimulate its use in support of Community environmental policy, involving monitoring the application of actions or the preparation of new ones. From this point of view, three phases of the CORINE Programme can be broadly distinguished:

- the first two years (1985-1986), dedicated to the establishment of the project teams, the development of methods of work, the elaboration of nomenclatures and data collection/processing methodologies;
- the following two years (1987-1988), during which a large part of the data was collected;
- the last two years (1989-1990), which have seen the continuation of data collection, as well as the creation and use of the operational CORINE information system.

Thus the regular use of results started just under two years ago, and its pace has greatly accelerated during the last few months, as new data are integrated into the system and users become increasingly familiar with the system's potential. The information supplied by CORINE is available to the public, in keeping with the confidentiality laws in force at Community and Member State level.

Up to the present, users have come from very diverse backgrounds. As well as the Commission services (environment, research and agriculture, in particular) for which the information was originally principally intended, there are other Community institu-

3) OJ L120 of 11/5/90.

tions, international organisations, national and regional administrations, scientists and consulting groups.

Until now, it has been possible to satisfy all the requests for information (none have concerned confidential data).

The types of requests for information or for expertise that have been fulfilled within the framework of the CORINE Programme can be grouped into two categories:

- straightforward data supply, by copying a file or printing its contents in different formats;
- requests for information requiring more elaborate data processing from the CORINE system managers.

3 Methodological contributions, transfer of know-how, promotion of the creation of compatible national information systems

The CORINE Programme had three main objectives:

- to c o l l e c t d a t a on priority subjects;
- to c o o r d i n a t e related international or national activities;
- to r e n d e r t h e d a t a c o n s i s t e n t .

Table 1 reflects the results obtained during the realisation of the first of these three objectives. Without going into the details of the results (which will be published), it is sufficient to note that the two other objectives were successfully fulfilled. Thus:

- in many countries, CORINE projects have provided the opportunity to undertake the first coherent national inventories, particularly on biotopes of major importance for nature protection, on land cover, on emissions into the air, on coastal erosion risk;
- common methodologies and nomenclatures have been defined together with international organisations (CORINAIR: OECD; Biotopes: Council of Europe). The use of such methods and nomenclatures is now spreading beyond the countries of the Community (CORINAIR: ECE-Geneva; CORINE Land Cover in Tunisia);
- the CORINE Programme has acted as a catalyst in accelerating the creation of national information systems (eg. SNIG, Portugal; SINA, Italy);
- in general, an important transfer of technology and knowledge has been initiated. For example, the World Bank is considering the possibility of applying CORINE methods in Africa;

- the Commission of the European Communities has acquired considerable experience on the subject of computerised Geographic Information Systems (GIS), putting in amongst European leaders in this field. A study of the GIS needs of the different Directorate-Generals (CORINE Projet Majeur-GIS) has lead to the definition of a strategy concerning the provision of GIS services, including the acquisition and management of data;
- finally, all this preparatory work has also provided guidelines for the orientation of the European Environment Agency, and established a solid technical foundation which will considerably facilitate the start-up of the European Agency for the Environment.

Übersicht 1 Überblick über den Inhalt des Informationssystems CORINE

Thema	Art der Information	Umfang der Information Beschreibung	Mega- bytes	Auflösung/Maßstab
Biotope	Lage und Beschreibung der Biotope, die für die Erhaltung der Natur in der EG von vorrangiger Bedeutung sind	5 600 Biotope, nach jeweils etwa 20 charakteristischen Merkmalen beschrieben.	20,0	Angabe des Mittelpunktes des jeweiligen Ortes
		Informatisierte Speicherung der Umrisse von 440 Biotopen (Portugal/Belgien)	2,0	1/100 000
Bezeichnete Gebiete	Lage und zusammenfassende Beschreibung der nach Art des Schutzes eingestuften Gebiete	13 000 Gebiete, nach 11 Merkmalen beschrieben (Datei nahezu fertiggestellt).	6,5	Angabe des Mittelpunktes des jeweiligen Ortes
		Informatisierte Speicherung der Grenzen der gemäß Artikel 4 der Richtlinie EWG/409/79 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten bezeichneten Gebiete	1/100 000	
Emissionen in die Luft	Menge der im Jahr 1985 emittierten Schadstoffe (SO ₂ , NO _x , COV) in t pro Kategorie der Schadstoffquelle: Kraftwerk, Industrie, Verkehr, Natur, Ölraffinerien, Verbrennung	Eine Zahlenangabe pro Schadstoff, Kategorie der Schadstoffquelle und Region, weitere Daten für über 1 400 Quellen, d. h. insgesamt ± 200 000 Angaben	2,5	Regional (NUTS III) und Ortsangabe großer Anlagen
Wasserressourcen	Lage der Eichstation, Fläche des Einzugsgebietes, durchschnittlicher und Mindestdurchsatz, Zeitraum 1970 – 1985, für die Mittelmeerregion der EG	Gespeicherte Daten zu 1061 Eichstationen, für 12 Variablen	3,2	Lage der Eichstation

Übersicht 1 Überblick über den Inhalt des Informationssystems CORINE

Thema	Art der Information	Umfang der Information Beschreibung	Mega- bytes	Auflösung/Maßstab
Küstenerosion	Morpho-sedimentologische Merkmale (4 Kategorien), vorhandene Bauwerke, Merkmale der Küstenentwicklung (Erosion, Stabilität, Ausdehnung)	+/- 17 500 beschriebene Küsten- abschnitte	25,0	Basisdaten: 1/100 000 Generalisierung: 1/1 000 000
Bodenerosions- risiko	Bewertung des potentiellen und tatsächli- chen Bodenerosionsrisikos durch Kombina- tion von 4 Datenquellen: Boden, Klima, Hänge, Vegetation	180 000 homogene Gebiete (Mittel- meerregion der EG)	400,0	1/100 000
Wichtige Boden- ressourcen	Bewertung der Bodenqualität durch Kombi- nation von 4 Datenquellen: Boden, Klima, Hänge, Bodenverbesserungen	170 000 homogene Gebiete (Mittel- meerregion der EG)	300,0	1/100 000
Potentielle Vegetation	Kartierung von 140 Klassen natürlicher potentieller Vegetation (Europa)	2 288 homogene Gebiete	2,0	1/3 000 000
Landdecke (Land Cover)	Inventar der biophysikalischen Boden- bedeckung; Nomenklatur: 44 Klassen	Vektorisierte Datenbanken für Portugal, Luxemburg	51,0	1/100 000
Hydrographisches Netz	Schiffbarkeit, Kategorien (Fluß, Kanal, See, Reservoir)	49 141 Flußabschnitte digitalisiert	13,8 0,3	1/1 000 000 1/3 000 000

Übersicht 1
Überblick über den Inhalt des Informationssystems CORINE

Thema	Art der Information	Umfang der Information Beschreibung	Mega- bytes	Auflösung/Maßstab
Qualität der Badegewässer	Jährliche Werte für bis zu 18 Parameter, 113 Stationen, im Zeitraum 1976–1986, vorgelegt gemäß Richtlinie EWG/76/160	2 650 Werte	0,2	Lage der Stationen
Bodentypen	Kartierung von 320 Bodenklassen	15 498 homogene Gebiete	9,8	1/1 000 000
Klima	Niederschläge und Temperatur (sonstige klimatische Variablen: unregelmäßige Daten)	monatlicher Durchschnitt für 4 773 Stationen	7,4	Lage der Stationen
Hänge	durchschnittliches Gefälle pro km ² (Mittel- meerregion der EG)	1 Wert pro km ² , d.h. 800 000 Werte	150	1/100 000
Verwaltungs- grenzen	NUTS-Regionen (Nomenklatur der territo- rialen statistischen Einheiten) der EG, 4 hier- archische Ebenen	470 statistische Regionen	0,7	1/3 000 000
Küsten und Staaten	Küstenlinie und nationale Grenzen (EG und angrenzende Länder)	62 734 km	0,3 3,2	1/3 000 000 1/1 000 000
Küsten und Staaten	Küstenlinie und Grenzen (Erde)	196 Länder	1,5	1/25 000 000
EFRE-Regionen	Förderungsfähigkeit im Rahmen der Strukturfonds	309 eingestufte Regionen (3 Typen)	0,01	Förderungsfähige Regionen

Übersicht 1
Überblick über den Inhalt des Informationssystems CORINE

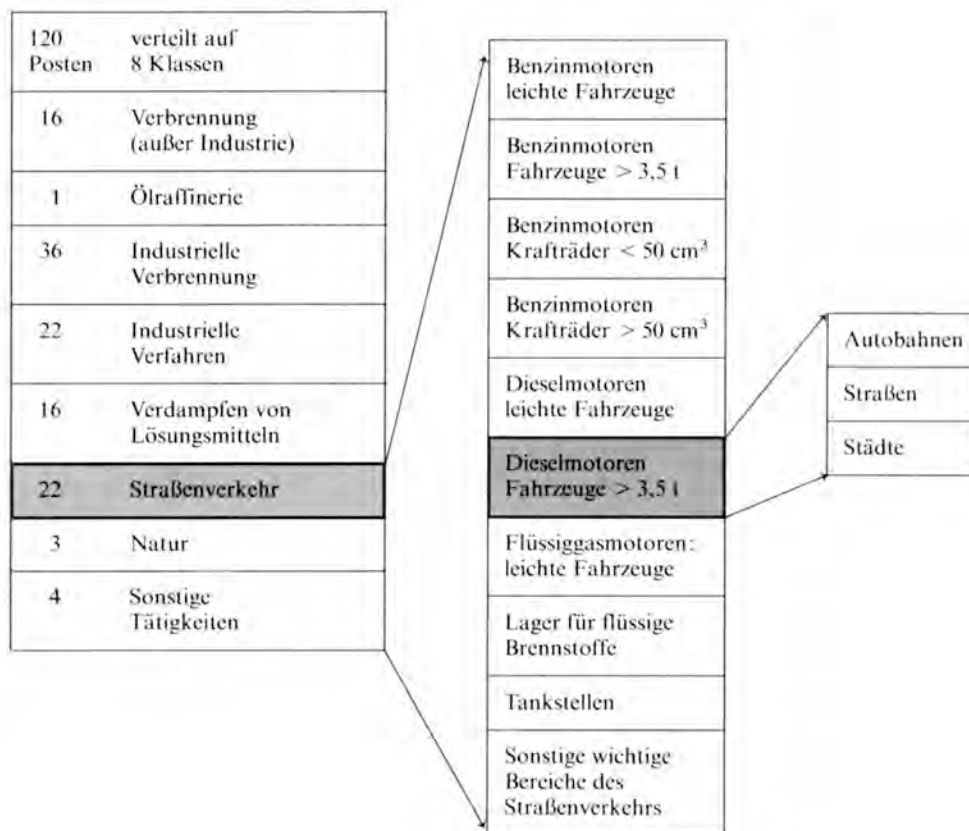
Thema	Art der Information	Umfang der Information Beschreibung	Mega- bytes	Auflösung/Maßstab
Städte	Name, Lage und Einwohnerzahl von Städten mit > 20 000 Einwohnern	1 542 Städte	0,1	Lage der Stadt
Sozioökonomische Aktivitäten	Statistische Reihen aus der Datenbank REGIO des OSCE	Bevölkerung, Verkehr, Landwirtschaft, usw.	40,0	Statistische Einheiten NUTS III
Luftverkehr	Name, Lage von Flughäfen, Art und Um- fang des Luftverkehrs (1985 – 1987)	254 Flughäfen	0,1	Lage der Flughäfen
Kernkraft- werke	Kapazität, Reaktortyp, Stromproduktion	97 Kraftwerke, 1985 aktualisiert	0,03	Lage der Kraftwerke

**Tabelle 1: Anwendung der Nomenklatur CORINE Land Cover
auf das Großherzogtum Luxemburg**

	km ²
Nicht-natürliche Gebiete	
- durchgehend städtische Bebauung	12,92
- unterbrochene städtische Bebauung	140,94
- Industrie- oder Gewerbegebiete	21,40
- Straßen- und Schienennetz und dazugehörige Gebiete	1,32
- Flughäfen	3,7
- Bergbau	2,33
- Deponien	6,71
- Baustellen	0,4
- Sport- und Freizeitgelände	1,16
Landwirtschaftliche Gebiete	
- nicht bewässertes Ackerland	286,23
- Weinanbaugebiete	21,68
- Obstgärten und Kleinobst	0,9
- Grünland	217,24
- jährlicher Anbau zusammen mit ständigem Anbau	16,96
- komplexe Anbau- und Parzellensysteme	623,22
- vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Gebiete mit umfangreicher natürlicher Vegetation	226,64
Wald und halbnatürliche Gebiete	
- Laubwald	352,24
- Nadelwald	95,82
- Mischwald	513,07
- Rasenflächen und natürliche Wiesen	5,54
- schlerophyle Vegetation	1,33
- Wald und sich verändernde Strauchvegetation	0,77
Gewässer	
- Wasserläufe und Wasserwege	6,09
- Wasserflächen	4,18
km ² insgesamt	<hr/> 2 602,79

Übersicht 2

Auszug aus der Nomenklatur der CORINAIR Tätigkeiten



Übersicht 3
Auszug aus der Nomenklatur CORINE Land Cover und Beispiel für eine kompatible Ergänzung
für nationale/regionale Erfordernisse

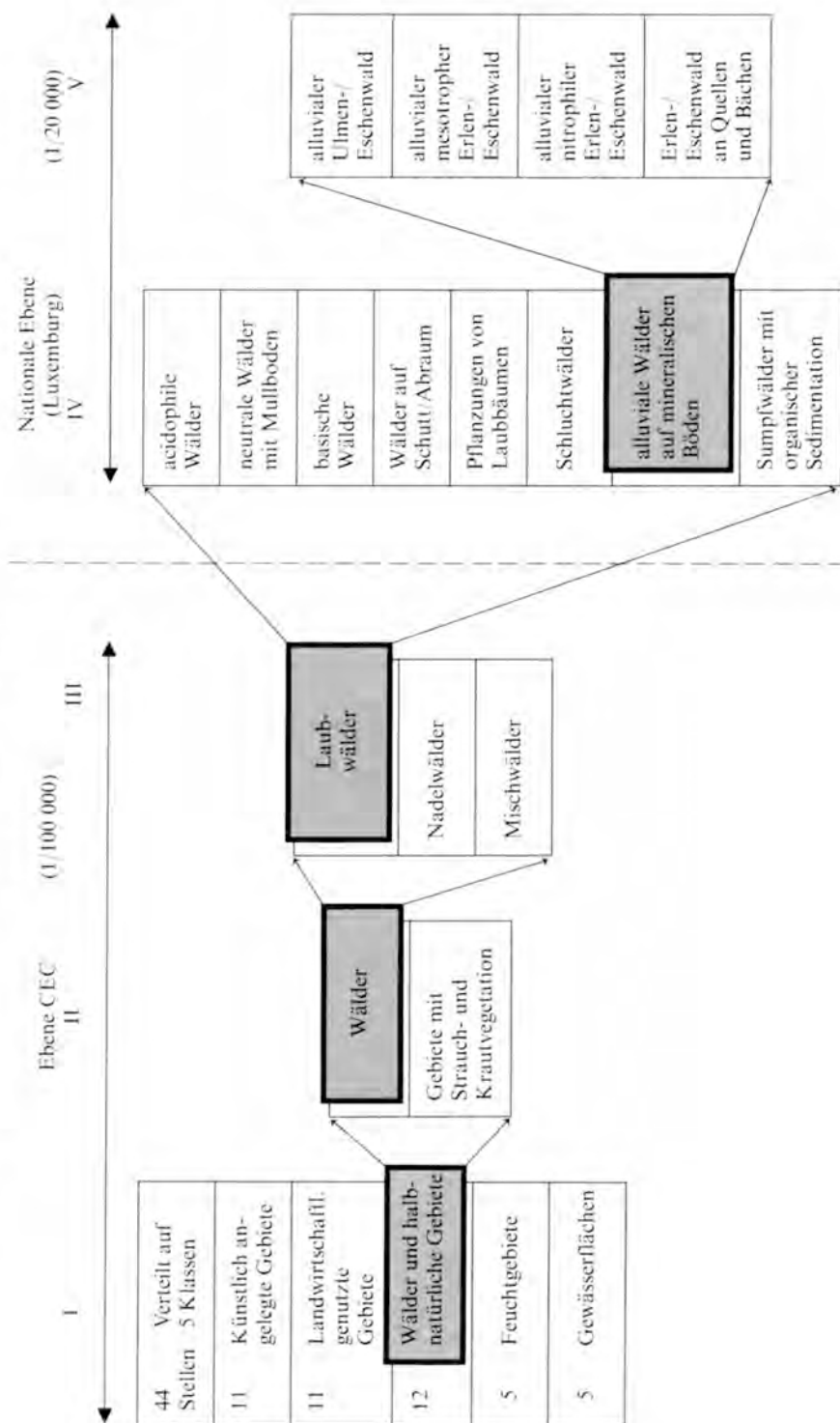
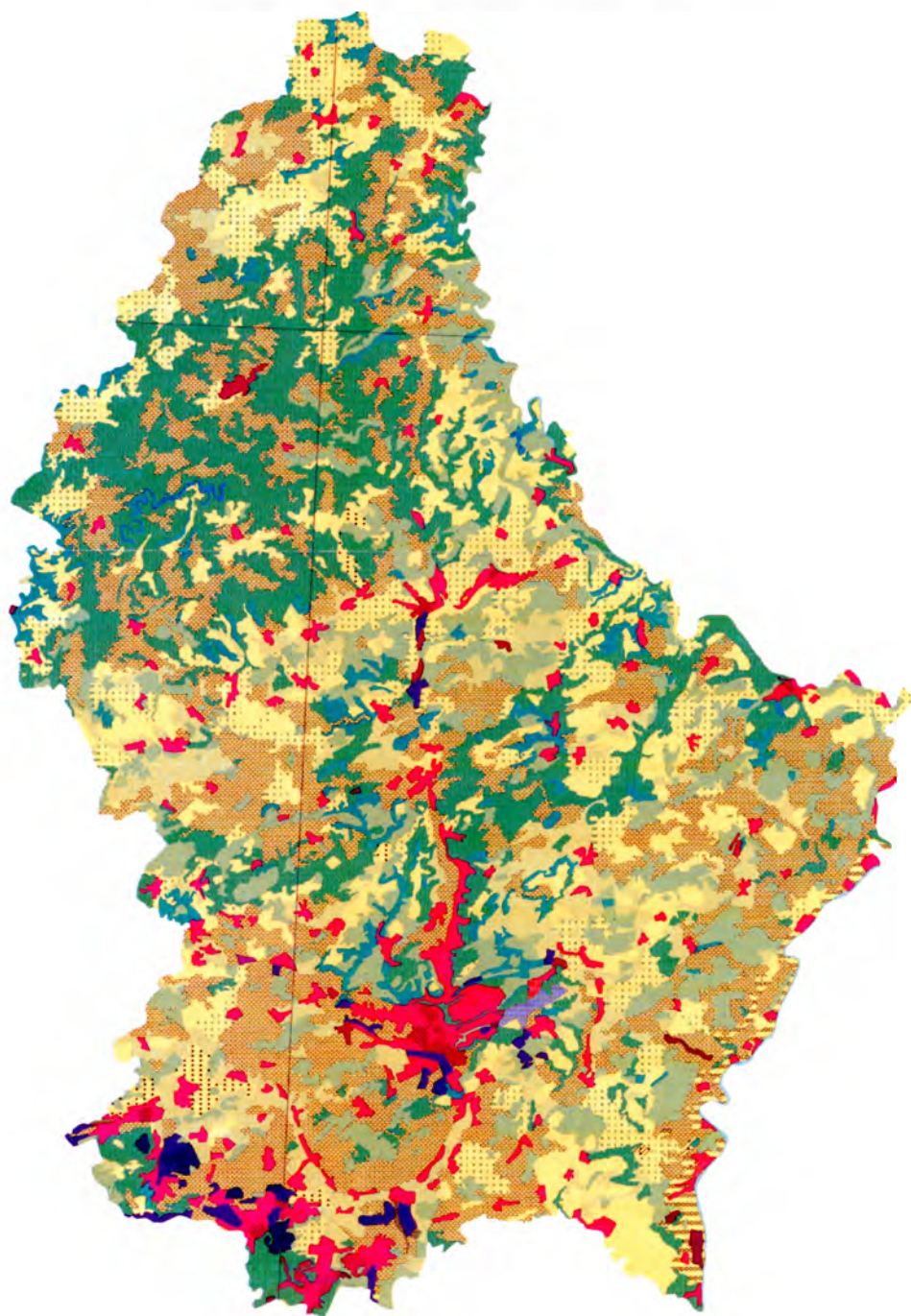


Abbildung 1
Land Cover Grande-Duche de Luxembourg



CORINE

LAND COVER

G. D. LUXEMBOURG

LEGEND : extract from Land Cover nomenclature

	1. Artificial surfaces
	1.1.1 Continuous urban fabric
	1.1.2 Discontinuous urban fabric
	1.2.1 Industrial or commercial units
	1.2.2 Road and rail networks and associated land
	1.2.4 Airports
	1.3.1 Mineral extraction sites
	1.3.2 Dump sites
	1.3.3 Construction sites
	1.4.2 Sport and leisure facilities
	2. Agricultural areas
	2.1.1 Non-irrigated arable land
	2.2.1 Vineyards
	2.2.2 Fruit trees and berry plantations
	2.3.1 Pastures
	2.4.1 Annual crops associated with permanent crops
	2.4.2 Complex cultivation patterns
	2.4.3 Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation
	3. Forest and semi-natural areas
	3.1.1 Broad-leaved forest
	3.1.2 Coniferous forest
	3.1.3 Mixed forest
	3.2.1 Natural grasslands
	3.2.3 Sclerophyllous vegetation
	3.2.4 Transitional woodland-scrub
	5. Water bodies
	5.1.1 Water courses
	5.1.2 Water bodies

DATA PROCESSING & CARTOGRAPHY :
CORINE - CEC. DG XI/TF 06/90

46



Abbildung 3
Biotop Sites and Actual Soil Erosion Risk in Portugal

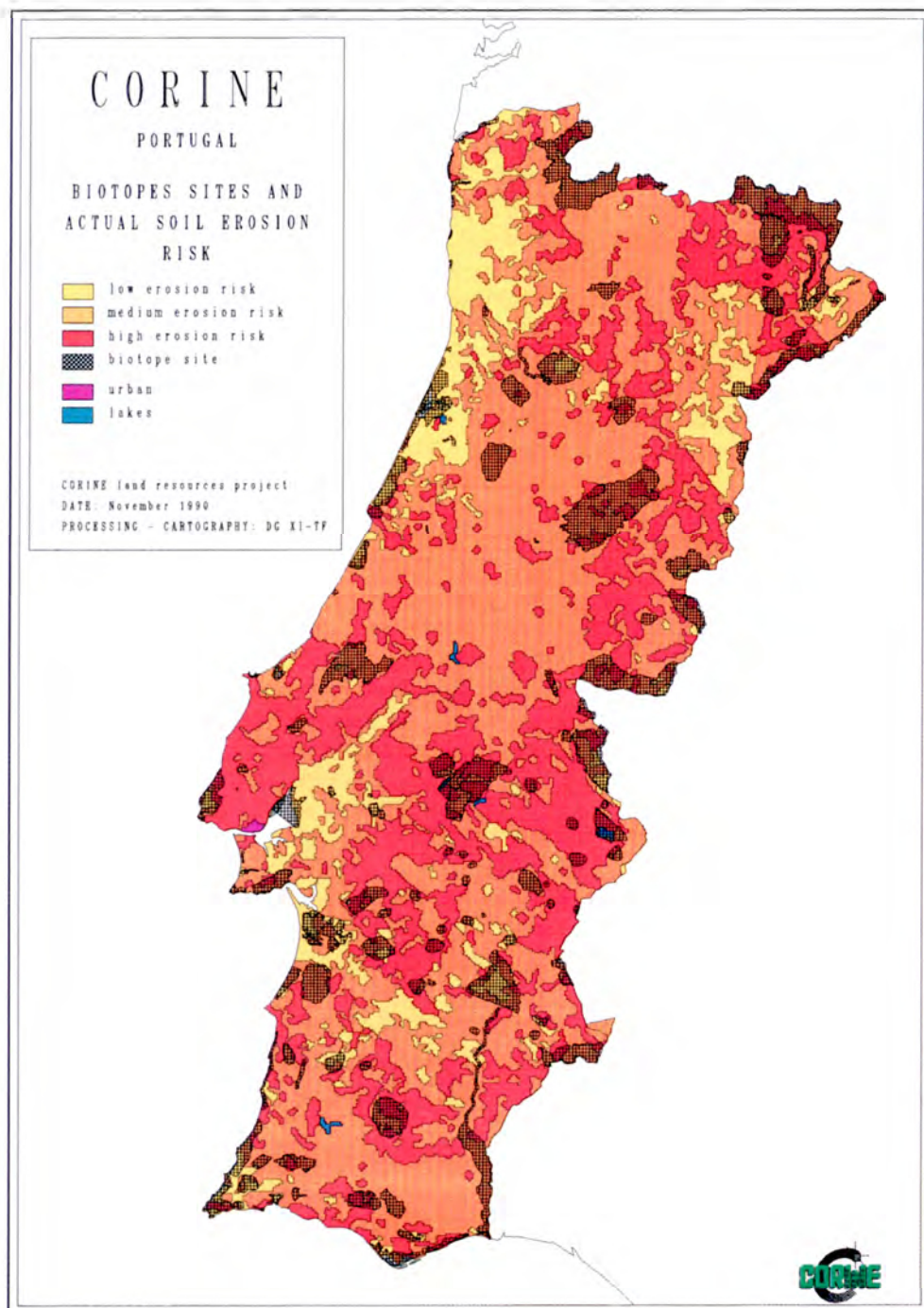
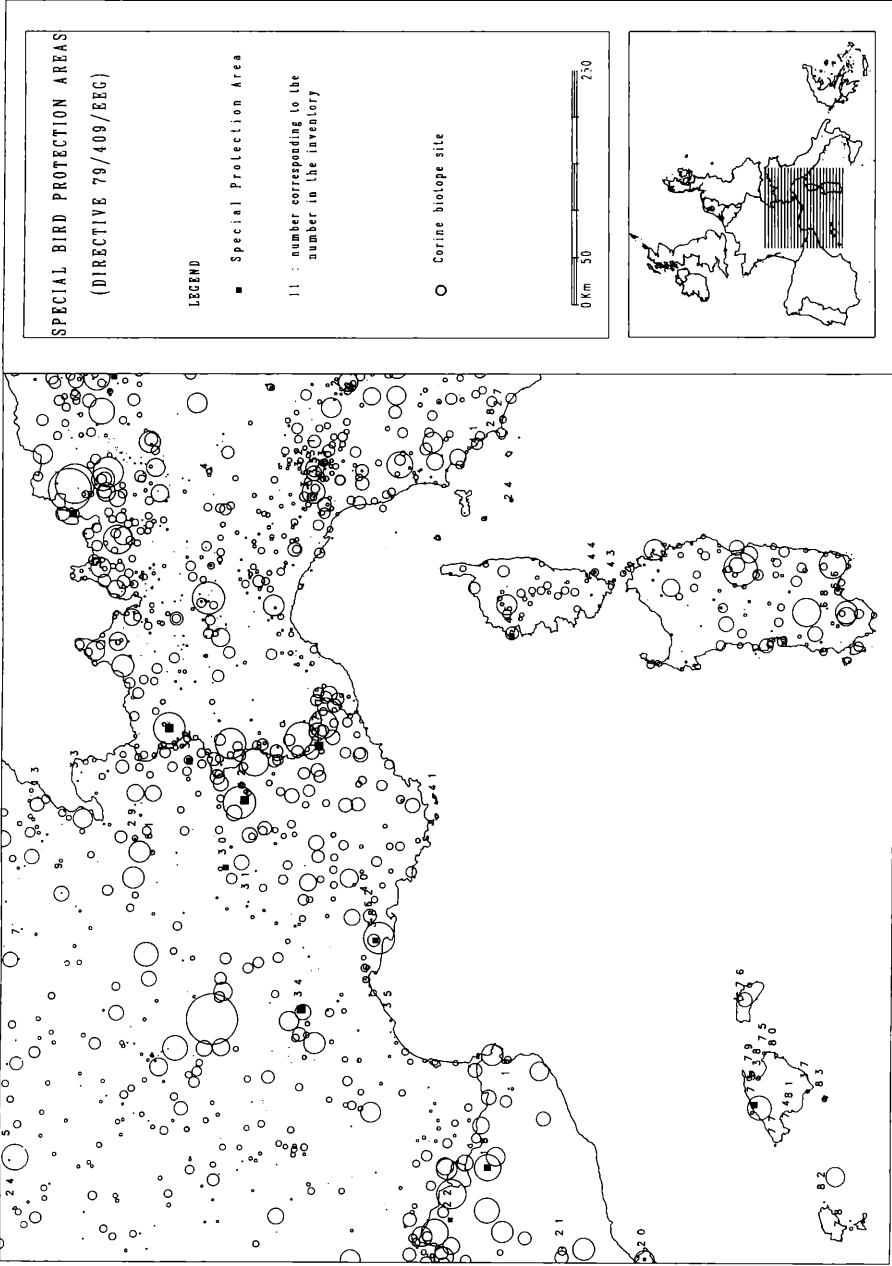


Abbildung 4
Special Bird Protection Areas



Digitale Straßendatenbank

Digitale Straßendatenbanken bilden eine Grundvoraussetzung für moderne, computer-gestützte Informationssysteme. Diese Entwicklungen sind für Industrie und Verwaltung gleichermaßen von Bedeutung. In diesem Vortrag soll die digitale Straßenkarte als erster Schritt in Richtung auf die europäische Straßendatenbank vorgestellt und diskutiert werden. Das Problem der Digitalen Straßenkarte wurde 1987 im EUREKA-Projekt PROMETHEUS von den 11 beteiligten Automobilfirmen als grundlegendes Problem für zukünftige Fahrerinformationssysteme identifiziert. Die Firma Daimler-Benz übernahm für die europäische Automobilindustrie die Federführung auf diesem Gebiet und gründete eine Task Force European Digital Road Map gemeinsam mit den EUREKA-Projekten DEMETER, CARMINAT und TELEATLAS. Gemeinsam mit Vertretern der CERCO (und nationalen Verkehrsbehörden) bildet diese Task Force einen ersten Schritt in Richtung "Digitale Kartographie in Europa". Vom Standpunkt der Automobilindustrie ausgehend sind Fragestellungen aus dem Bereich Routenplanung, Fahrzeugnavigation, Zielführungsfahrerinformations- und Verkehrsleittechnik ohne eine vollständige und leistungsfähige Straßendatenbasis nicht vorstellbar. Wesentliches Ziel dieser Arbeiten ist, das Informationsdefizit des Fahrers zu dem Verkehrsgeschehen in seiner unmittelbaren Umgebung und auf dem Weg zu seinem Zielort zu verringern. Voraussetzung für den Aufbau einer derartigen europaweiten Straßendatenbank ist die Bereitstellung von Informationen aus den Bereichen Straßenbau und -unterhalt, Verkehrswesen, Verkehrsbeobachtung und Vermessungswesen bzw. Kartographie. Diese Information kann nur zusammengetragen und einheitlich verarbeitet werden, wenn entsprechende Normen bzw. Standards für Datenerhebung, Objektbeschreibung und Austauschformate zur Verfügung stehen. Daher wurde im Jahre 1989 im Rahmen des Programmes DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehiclesafety in Europe) die Task Force European Digital Road Map von der EG ins Leben gerufen. Gemeinsam mit Vertretern der genannten EUREKA-Projekte wurde ein Konsortium gebildet, in dem die Firmen Daimler-Benz (Prime-Contractor), Bosch, Graphic Science, Philips, Renault und Teleatlas die Grundlagen für eine derartige Straßendatenbank erarbeiten wollen. Schwerpunkte der Arbeiten sind

- die Untersuchung effizienter Datenerfassungsmethoden, insbesondere unter dem Gesichtspunkt des Zusammenspiels von Daten aus behördlichen und kommerziellen Bereichen,
- die Entwicklung geeigneter Standards (Weiterentwicklung des DEMETER-Draft-Standards),
- die Behandlung von Datenbankproblemen,

*) Dr. Wolfgang Möhlenbrink, Daimler-Benz AG, Stuttgart.

- Untersuchungen zum Copyright und zum Datenschutz,
- die Spezifikation von geeigneten Datenbankinhalten,
- und insbesondere die Durchführung eines Pilotprojektes "Benchmark Test European Digital Road Map".

In diesem Benchmark Test wurde mittlerweile der Datenfluß in Verbindung mit 30 europäischen Behörden aus den Bereichen Vermessungswesen und Straßenbau analysiert, standardisiert und in praktischen Tests Datenübertragungen vorgenommen. Ergebnisse dieses Benchmark Tests werden Bewertungskriterien für die Kosten der zukünftigen europäischen Straßendatenbank, die Beschaffung von Qualitätsparametern (nicht nur geometrische Qualität) für zukünftige digitale Straßendatenbestände sowie eine auf praktische Erfahrungen beruhende verbesserte Version des DEMETER-Drafts Standards sein.

ATKIS - Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem der Landesvermessungsverwaltungen

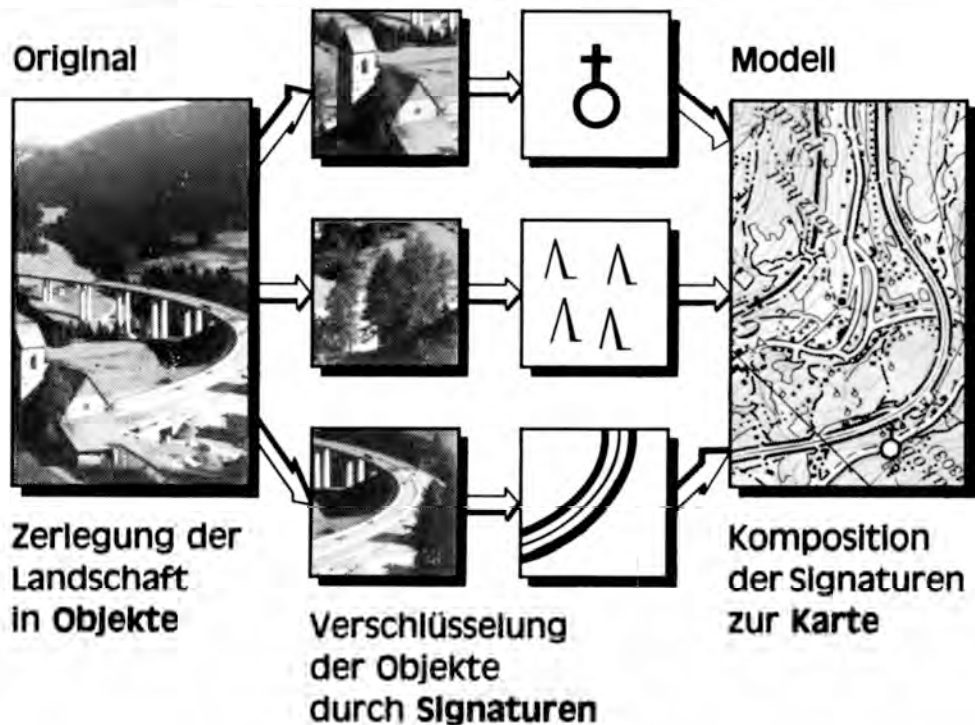
1 Die Topographische Information

Alle Arbeitsbereiche der Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung, die Fragestellungen und Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Erdoberfläche behandeln, haben ein gemeinsames Problem: Sie müssen ihre Arbeitsergebnisse mit unserem Lebensraum in Bezug bringen und mit der Erdoberfläche geometrisch verknüpfen. Hierfür eine exakte, authentische und neutrale Raumbezugsbasis zu liefern, ist die natürliche Aufgabe der staatlichen Landesvermessung. Sie tut dies durch die Erhaltung eines Lage- und Höhenfestpunktfeldes und, darauf aufbauend, durch die Bereitstellung eines Systems topographischer Informationen. Unter diesem Begriff werden alle Daten zusammengefaßt, die, vordringlich unter Lage- und Formaspekten, über die dreidimensionale Gestalt der Erdoberfläche, also ihr Relief, und über die auf ihr sichtbaren Gegenstände und Sachverhalte informieren. Tragendes Element dieser Information ist das topographische Objekt, welches als kleinster, identifizierbarer, erfassungswürdiger Bestandteil der strukturierten Erdoberfläche verstanden wird. Demnach sind z.B. Gebäude, Straßen, begrenzte Waldgebiete, Landschaftsräume und in sich geschlossene Geländeformen topographische Objekte. Sie kommen in der Natur grundsätzlich flächenförmig vor. Aus Gründen einer wirtschaftlichen Begrenzung der Datenmengen werden sie aber bereits bei ihrer Klassifizierung generalisierend eingeteilt in punktförmige, linienförmige und flächenförmige Objekte. Die Informationen über topographische Objekte beziehen sich vor allem auf die Merkmale Identität, Klassifikation, Lokalisierung, Form und Ausdehnung, Eigenschaft, Namen und gegenseitige Beziehungen.

Topographische Informationen wurden in der Vergangenheit ausschließlich durch topographische Karten in analoger Form vermittelt. Dabei liegt folgender Gedanke zu Grunde (siehe Abbildung 1, S.52):

*) Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bonn.

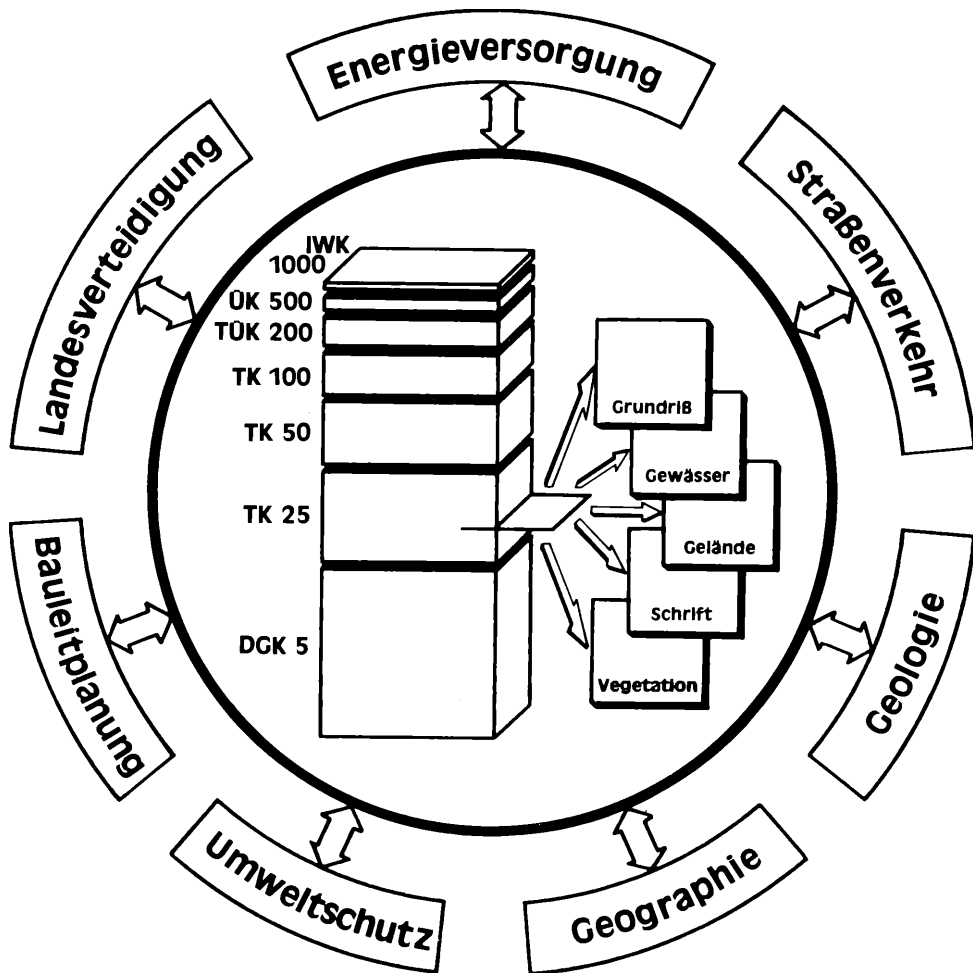
Abbildung 1
Kartographische Verschlüsselung topographischer Informationen



Die Landschaft wird in topographische Objekte als ihre wesentlichen Bestandteile zerlegt. Jedem Objekt wird entsprechend seiner Objektklasse eine kartographische Signatur zugeordnet. Die Gesamtheit der Signaturen wird unter Beachtung kartographischer Generalisierungs- und Gestaltungsregeln zu einer topographischen Karte komponiert. Diese stellt das analoge zweidimensionale Modell des Originals Landschaft dar und vermittelt dem Betrachter während des Betrachtungsvorgangs eine subjektiv beeinflusste Vorstellung vom Original.

Diese Sichtweise wurde in den topographischen Landeskartenwerken der Landesvermessung realisiert. Die sieben Kartenwerke in den Maßstäben 1 : 5 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000 und 1 : 1 Mill., die aus insgesamt ca. 60 000 Kartenblättern in den westlichen Bundesländern bestehen, bilden damit ein analoges Informationssystem (siehe Abbildung 2, S. 53).

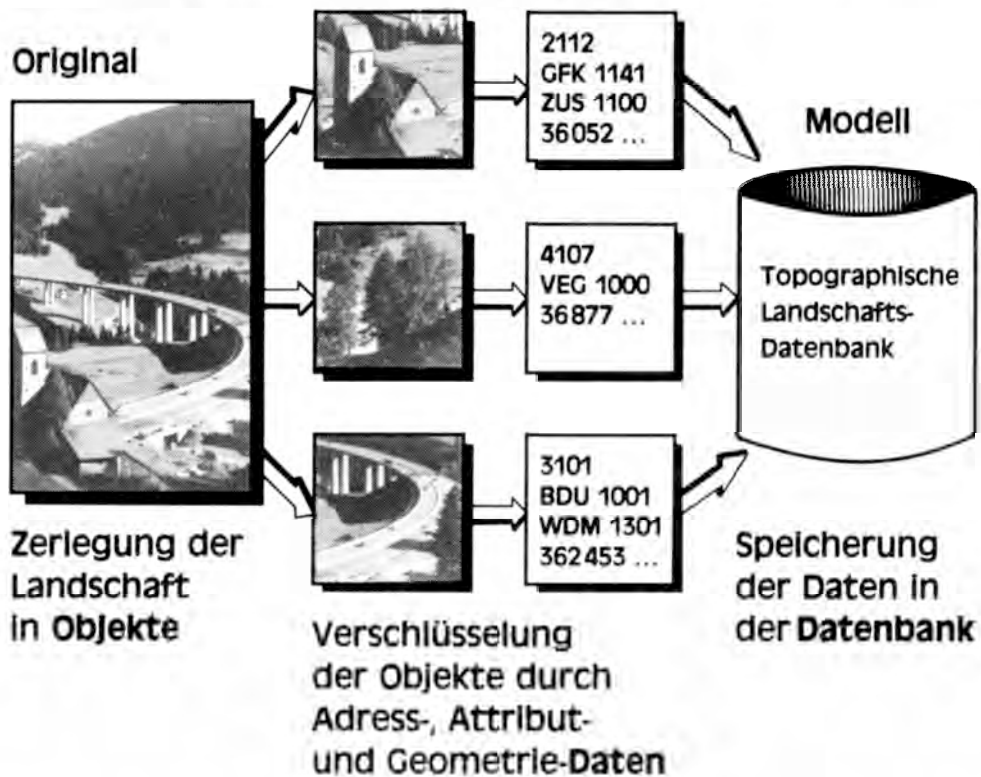
Abbildung 2
Die topographischen Landeskartenwerke als analoges Informationssystem



Durch die Entwicklung der Datenverarbeitung, insbesondere durch die Möglichkeit der Speicherung und Manipulation großer Datenmengen ist heute auch folgende Betrachtungsweise realistisch (siehe Abbildung 3, S. 54):

Die benötigten Informationen über die topographischen Objekte der strukturierten Landschaft werden entsprechend ihrer Objektklassen nicht graphisch-analog, sondern alphanumerisch-digital verschlüsselt. Die Gesamtheit der Kodierungen wird unter Beachtung logischer Datenstrukturen und Modellierungsregeln auf Datenträger gespeichert. Damit stellt die Gesamtheit der in einer Datenbank gespeicherten Datenbestände das digitale Modell des Originals Landschaft dar und steht in dieser latenten Form für weitere datenverarbeitungstechnische Operationen sowie zur Verknüpfung mit anderen Datenbeständen zur Verfügung.

Abbildung 3
Alphanumerische Verschlüsselung topographischer Informationen



Eine besondere Form der programmgestützten Verarbeitung digitaler topographischer Daten ist ihre Umsetzung in kartographische Strukturen. Das Ziel ist dabei die Herstellung von analogen Landkarten, die wie kein anderes Medium die Komplexität, die Beziehungen und die gegenseitigen Vernetzungen topographischer Gegenstände und Sachverhalte anschaulich machen.

Nach heutigem Verständnis und unter Einsatz moderner technischer Möglichkeiten hat die Landesvermessung also unter anderem die Aufgabe, Modelle der realen Landschaft zu bilden und diese an Arbeitsplätze zu bringen, an denen mit raumbezogenen Daten umgegangen wird. Mindestens folgende vier Modellversionen der Landschaft sind nach heutigem Kenntnisstand für die professionelle Verwendung geeignet:

- Zweidimensionale, maßstäblich verkleinerte, graphische, analoge Modelle der Landschaft, in denen die topographischen Objekte durch kartographische Zeichen verschlüsselt sind. Typische Beispiele: Topographische Landeskarten 1 : 25 000 bis 1 : 100 000.

- Zweidimensionale, maßstäblich verkleinerte, bildhafte, analoge Modelle der Landschaft, in denen die topographischen Objekte durch ihre photographische Abbildung wiedergegeben sind. Typische Beispiele: Luftbildkarten 1 : 5 000, 1 : 10 000, 1 : 25 000.
- Latente, maßstabsirrelevante, strukturell vergrößerte, digitale Modelle der Landschaft, in denen die topographischen Objekte alphanumerisch kodiert sind. Typische Beispiele: Digitale Geländemodelle (DGM), digitale Situationsmodelle (DSM), digitale Landschaftsmodelle (DLM).
- Latente, maßstäblich verkleinerte, graphisch orientierte, digitale Modelle der Landschaft, in denen die topographischen Objekte durch maßstäblich verkleinerte Kartenobjekte ersetzt sind und diesen kartographische Signaturen zugeordnet werden können. Typische Beispiele: Digitale Kartenmodelle (DKM).

Während die beiden erstgenannten Modellversionen in Gestalt der topographischen Landeskartenwerke gängige Produkte der Landesvermessungsverwaltungen sind, verfolgt das Informationssystem ATKIS das Ziel, die beiden letztgenannten Modelle aufzubauen. Im folgenden werden Konzeption und Verfahren dazu aufgezeigt.

2 Die Theorie des Informationssystems ATKIS

Mit dem Informationssystem ATKIS verfolgen die Landesvermessungsbehörden also zwei Ziele: Zum einen soll ein digitaler alphanumerischer Datenbestand aufgebaut werden, der die Landschaft neutral und frei von kartographischen Gestaltungszwängen abbildet und damit die Raumbezugsbasis für alle Anwendungen, insbesondere für Geoinformationssysteme, darstellt. Dies geschieht in sogenannten DLM, die damit rechnergestützte Großvorhaben in Wirtschaft und Verwaltung unterstützen können, z.B. Fahrzeugnavigation, Fleetmanagement, Mobilfunknetze, und nicht zuletzt Bodeninformationssysteme wie STABIS oder NIBIS.

Zum anderen soll ein digitaler kartographischer Datenbestand aufgebaut werden, der die Landschaft entsprechend kartographischen Generalisierungs- und Gestaltungsregeln nach Kartenobjekten strukturiert, diesen Kartensignaturen zuordnet und damit die kartographisch neutrale Bezugsbasis für alle Anwendungen, insbesondere für kartographische Darstellungen von fachlichen Sachverhalten, bilden kann. Dies geschieht in sogenannten DKM. Demnach muß der theoretische Ansatz von ATKIS zwei Modellierungsprozesse umfassen: den topographischen Modellierungsprozeß und den kartographischen Modellierungsprozeß.

Der topographische Modellierungsprozeß setzt beim Original, also bei der Landschaft, an. In einem ersten Schritt wird die Landschaft sinnvoll gegliedert und in ihre Bestandteile, also in topographische Objekte, zerlegt. Jedes topographische Objekt wird nach Lage und Form, entsprechend dem angestrebten Strukturierungsgrad, vermessen,

hinsichtlich Eigenschaftsmerkmalen attribuiert, mit seinem Namen und mit Identitätsmerkmalen versehen. Der gesamte ein topographisches Objekt kennzeichnende Datenbestand, darunter besonders die Lage- und Formkoordinaten, wird auf Datenträger gespeichert. Er beschreibt das dem Landschaftsobjekt entsprechende Modellobjekt. Alle Modellobjekte bilden gemeinsam ein alphanumerisches Modell der Landschaft in digitaler Form, das als DLM bezeichnet wird. Welche Objektarten ein DLM ausmachen, wie ein Landschaftsobjekt definiert ist, nach welchen Regeln die Landschaftsobjekte einer Objektart zu erfassen, zu attributieren und mit Namen zu versehen sind, kurz, alle Regeln, die den topographischen Modellierungsprozeß steuern und standardisieren, sind in der ATKIS-Spezifikation ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK) zusammengefaßt.

Abbildung 4
Der topographische Modellierungsprozeß

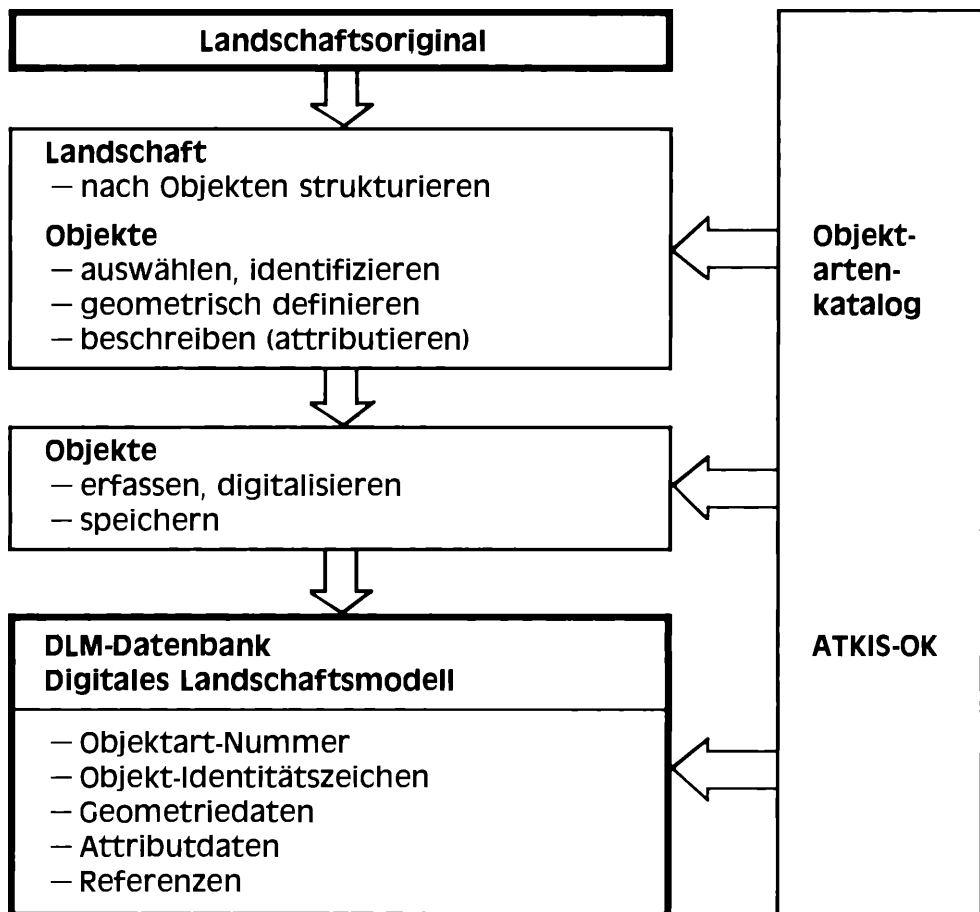
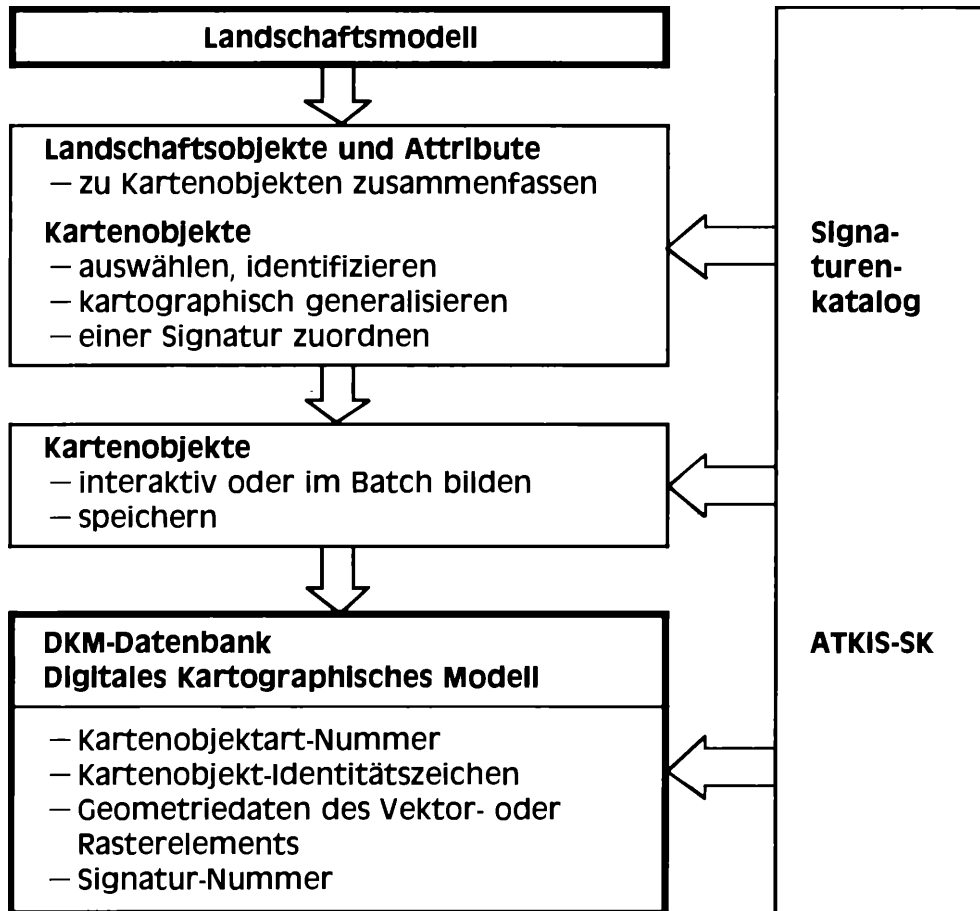


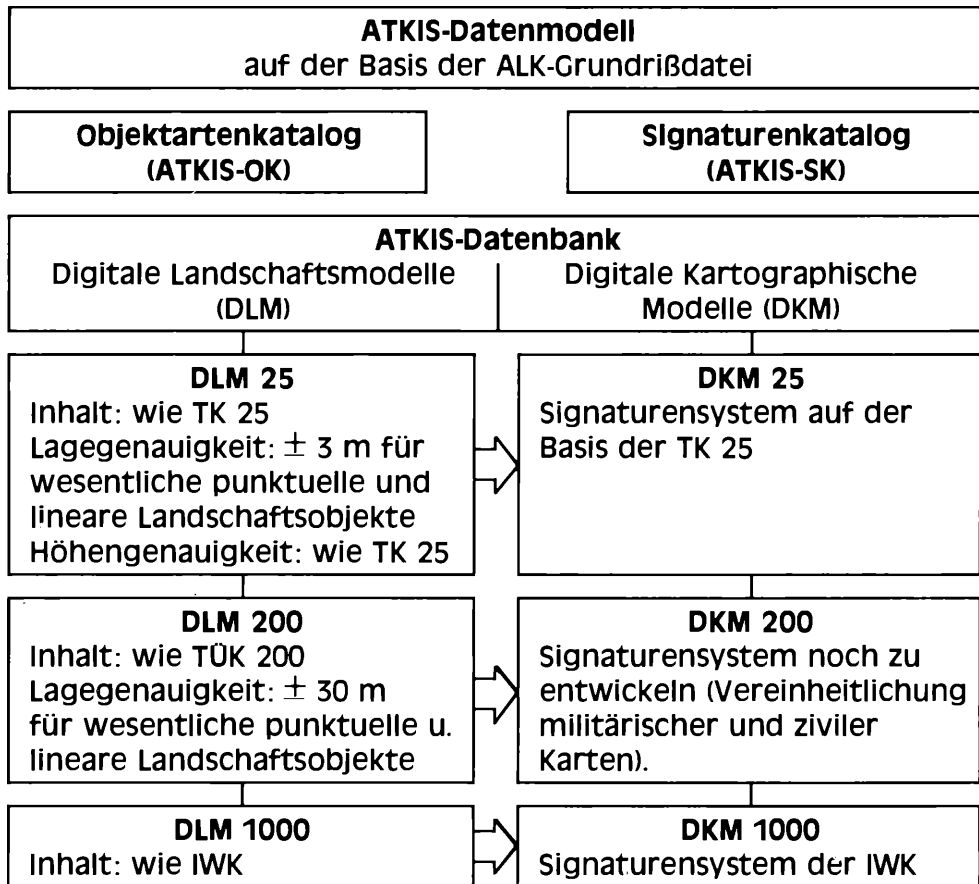
Abbildung 5
Der kartographische Modellierungsprozeß



Der kartographische Modellierungsprozeß setzt beim DLM an und benutzt die in der DLM-Datenbank gespeicherten topographischen Daten. Er ist ein rechner- und programmunterstützter Vorgang, der wegen der Komplexität kartographischer Generalisierungs- und Gestaltungsregeln in einem interaktiven Arbeitsprozeß an einem Bildschirmarbeitsplatz vollzogen werden muß und nur teilweise im Batchbetrieb ablaufen kann. Ausgangselement ist das Kartenobjekt, das nach vorausgegangener Generalisierung den Platzhalter eines topographischen Objekts für eine kartographische Signatur darstellt. Die Kartenobjekte werden digital in DKM-Objekte überführt, deren Gesamtheit das DKM ausmacht. Welche Kartenobjektarten ein DKM bilden, aus welchen DLM sie gebildet werden, welche Signaturen zugeordnet werden, kurz, alle Regeln, die den kartographischen Modellierungsprozeß steuern und standardisieren, sind in der ATKIS-Spezifikation ATKIS-Signaturenkatalog (ATKIS-SK) zusammengefaßt.

Die Landesvermessungsverwaltungen haben vereinbart, zunächst Datenbestände für ein Basis-DLM mit der Bezeichnung DLM 25, für ein diesem entsprechendes DKM 25 und für ein gröber strukturiertes DLM 200 aufzubauen. Die weiteren Bestandteile des Gesamtkonzeptes ATKIS, insbesondere weitere DLM und DKM und die dazugehörigen Spezifikationskataloge und das Datenmodell, zeigt die folgende Abbildung 6 im Überblick.

Abbildung 6
Das Gesamtkonzept ATKIS in seinen wesentlichen Bestandteilen



Die gesamte ATKIS-Konzeption wurde im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) von Arbeitsgruppen in den Jahren 1986 bis 1989 entwickelt und in einer ATKIS-Gesamtdokumentation beschrieben¹⁾. An der konzeptionellen Entwicklung der Modelle, insbesondere des Objektartenkataloges, haben Dienststellen des Bundes mitgewirkt, damit rechtzeitig Aspekte der Informationssysteme TOPIS und STABIS berücksichtigt werden konnten.

3 Komponenten des Informationssystems ATKIS

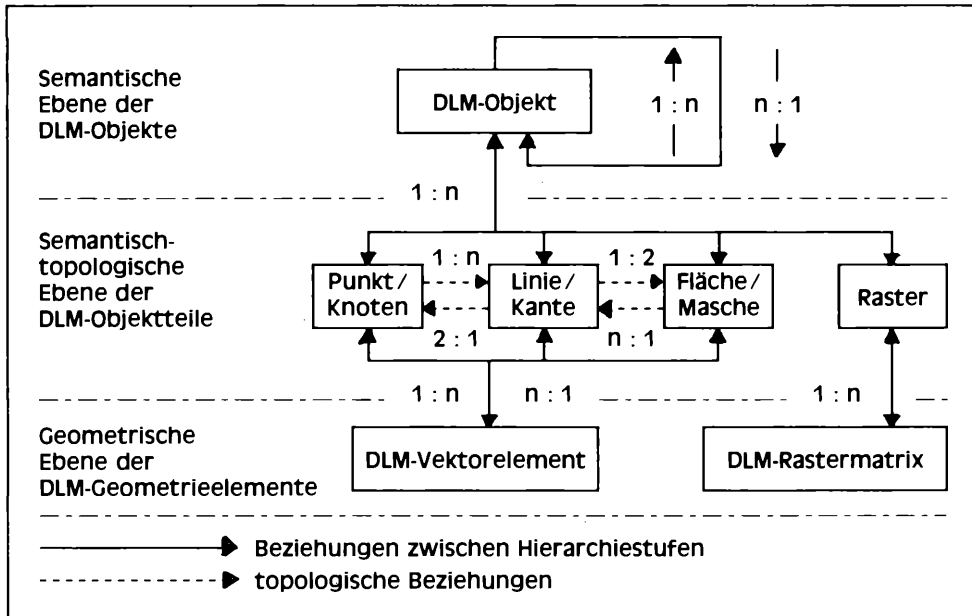
Ein Informationssystem wie ATKIS kann aus datenverarbeitungstechnischer Sicht grundsätzlich als ein erweitertes Datenverarbeitungssystem verstanden werden. Erweiterungskomponenten sind vor allem die auf die spezielle Informationsverarbeitung abgestellte logische Datenstruktur als "Datenmodell", systemspezifische Informationskataloge und Regelwerke für die Modellierungsprozesse sowie systemspezifische Software- und Hardwareerweiterungen. Diese Komponenten werden im folgenden teilweise erläutert.

Das ATKIS-Datenmodell kennt als Träger der Information das Modellobjekt, also das DLM-Objekt im Falle des digitalen Landschaftsmodells und das DKM-Objekt im Falle des digitalen kartographischen Modells. Hier wird nur auf die Darstellung des DLM-Datenmodells eingegangen, weil für Aufgabenstellungen raumbezogener Statistik vor allem die primäre topographische Information von Bedeutung ist. Wie die Abbildung 7 zeigt, bestehen DLM-Objekte aus Objektteilen, welche den Typus Punkt, Linie, Fläche oder Raster annehmen können. In der semantischen Ebene können DLM-Objekte auch zu komplexen Objekten zusammengefaßt werden. Während Objekte und Objektteile grundsätzlich Attribute führen, können komplexe Objekte nur Namensattribute erhalten. Die Beziehungen, welche zwischen Objekten und Objektteilen bzw. zur Bildung von komplexen Objekten aus Objekten zugelassen sind, gehen ebenfalls aus der Abbildung 7 (siehe S. 60) hervor. Objektteile können auch zur Beschreibung topologischer Beziehungen benutzt werden, wobei sie zu Knoten, Kanten oder Maschen eines Graphen ausgebildet werden.

Dem ATKIS-Datenmodell liegen also strukturelle Ebenen mit dem Objekt als Mittelpunkt zugrunde. Sein Vorteil besteht vor allem darin, daß es auf Strukturierungserfordernisse von Landschafts- und Kartenobjekten zugeschnitten ist und damit besonders der Vorstellungswelt konventioneller Anwender entspricht. Dem steht als Nachteil gegenüber, daß seine Umsetzung in gebräuchliche hierarchisch, netzförmig oder relational strukturierte Datenbankverwaltungssysteme nicht ohne weiteres möglich ist, sondern Transformationsaufwand erfordert. Das aus den Strukturen des Informationssystems Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) hervorgegangene Datenmodell wurde in einer Kooperation der Bundesländer zum ATKIS-Datenmodell weiterentwickelt.

1) Diese kann gegen eine Schutzgebühr beim Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Muffendorfer Str. 19 - 21, 5300 Bonn 2, erworben werden.

Abbildung 7
Das ATKIS-Datenmodell



Der ATKIS-OK ist das zentrale Regelwerk für die Strukturierung der Landschaft und die Modellierung des DLM. Er enthält alle in der Datenbank abzulegenden Objektarten und zu jeder Objektart die zulässigen Attribute, Erfassungskriterien, Namen und Topologiereferenzen. Sein Aufbau geht aus Abbildung 8 (siehe S. 61) hervor.

Der ATKIS-OK gliedert die Landschaft zunächst in die sechs Objektbereiche Siedlung, Verkehr, Vegetation, Gewässer, Relief und Gebiete. Jeder Objektbereich umfaßt mehrere Objektgruppen, deren weitere Aufgliederung schließlich zu den Objektarten führt. Rund 160 Objektarten sind im ATKIS-OK 25 für das DLM 25 nachgewiesen. Sie bilden die klassifizierte Strukturelemente der Landschaft in bezug auf Lage- und Formgeometrie, während die Eigenschaftsmerkmale erfaßter Objekte durch Attributtypen (z.B. WDM = Widmung) und Attributwerte (z.B. 1303 = Bundesstraße) abgelegt werden. Für die Objektart Straße ist in Abbildung 9 (siehe S. 62) ein Beispiel für die Attributierung wiedergegeben.

Auf den ATKIS-SK, der das zentrale Regelwerk für die Bildung von Kartenobjekten aus Landschaftsobjekten und für die Modellierung des DKM bildet, wird hier nicht mehr eingegangen.

Abbildung 8
Aufbau des ATKIS-Objektartenkatalogs

Nr. 3000	Objektbereich Verkehr	Nr. 3100	Objektgruppe Straßenverkehr
Nr.	Objektart		
3101	Straße		
<p>■ Allgemeine Angaben zur Objektart</p> <ul style="list-style-type: none"> — Definition (verbal, ggf. bildlich) — Erfassungskriterien — Objekttyp (punkt-, linien-, flächenhaft) -- Besondere Modellierungsregeln <p>■ Namen</p> <ul style="list-style-type: none"> — GNM Geographischer Name — ZNM Zweitname — KNM Klassifizierungsname <p>■ Attribute, z. B.:</p> <p>WDM Widmung</p> <p>1301 Bundesautobahn</p> <p>1303 Bundesstraße</p> <p>1305 Landesstraße</p> <p>1306 Kreisstraße</p> <p>1307 Gemeindestraße</p> <p>BDF Breite der Fahrbahn</p> <p>Tatsächlicher Wert in m</p> <p>■ Referenzen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Inklusionsreferenzen („besteht aus“, „gehört zu“) — Topologische Referenzen 			

Abbildung 9
Beispiel für die Attributierung der Objektart Straße

3101 Straße	
KNM	Kurzbezeichnung Nummer der gesetzlichen Klassifizierung bzw. Nummer der Europastraße (z.B. K7, L43, B9, A5, E4)
BRF	Breite der Fahrbahn (tatsächlicher Wert, Angabe auf 0,5 m)
FKT	Funktion
1808	Fußgängerzone
2301	Straßenverkehr
FSZ	Anzahl der Fahrstreifen (tatsächliche Anzahl)
IBD	Internationale Bedeutung
2001	Europastraße
9997	Attribut trifft nicht zu
WDM	Widmung
1301	Bundesautobahn
1303	Bundesstraße
1305	Landesstraße, Staatsstraße
1306	Kreisstraße
1307	Gemeindestraße
1308	Forststraße
9999	sonstige
ZUS	Zustand
1100	in Betrieb
1200	außer Betrieb, stillgelegt
1300	im Bau

Für die Entwicklung der ATKIS-spezifischen Software hat die AdV die Empfehlung gegeben, wesentliche Softwarekomponenten aus vorhandenen Programmteilen des Informationssystems ALK abzuleiten. So sind aus dem Vorhaben ALK, dessen Konzeption in die siebziger Jahre zurückreicht, insbesondere das Datenbankverwaltungssystem aus der ALK-Grundrißdatei, die Erfassungs- und Graphik-Software aus dem Softwarepaket ALK-GIAP und das Datenaustauschformat aus der ALK-internen Schnittstelle EDBS für das Vorhaben ATKIS entwickelt worden. Je nach eingesetzten Hardware-systemen benutzen die Landesvermessungsämter beim Aufbau der Atkis-Datenbestände unterschiedliche Programme. Während das ATKIS-Datenbankverwaltungssystem und die Schnittstelle EDBS letztlich von allen Landesvermessungsämtern eingesetzt werden müssen, gibt es insbesondere bei der Erfassungs- und Gestaltungssoftware für den DLM- und DKM-Aufbau Unterschiede. SICAD und ALK-GIAP sind inzwischen etablierte, für die Erfassung des ATKIS-DLM-Datenbestandes geeignete Programme.

4 Gewinnung des ATKIS-Datenbestandes

Nachdem in den Jahren 1986-1990 das Informationssystem ATKIS konzipiert und in diesem Zeitraum auch die Softwareentwicklung weitgehend abgeschlossen worden ist, sind die Landesvermessungsämter zur Zeit dabei, die notwendigen Hardwarekomponenten zu beschaffen und die organisatorischen und personellen Voraussetzungen für die Datenproduktion zu treffen. Einige Länder (Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen) haben bereits Testläufe abgeschlossen oder mit der Datenproduktion begonnen.

Die Mitgliedsverwaltungen der AdV haben vereinbart, den Aufbau des DLM 25-Datenbestandes mit erster Priorität zu betreiben. Um den wesentlichen Datenanforderungen schon in den nächsten Jahren gerecht zu werden, wurde aus dem 160 Objektarten umfassenden DLM 25 ein DLM 25/1 erster Realisierungsstufe definiert, welches ca. 60 Objektarten (siehe Abbildung 10, S. 64) und einen eingeschränkten Attributbestand umfaßt, aber die geforderte Lagegenauigkeit von 3 m für wesentliche punktuelle und lineare Objektarten erreichen soll. Der DLM 25/1-Datenbestand soll ab 1990 aufgebaut werden und etwa 1996 bundesweit zur Verfügung stehen.

Für die Gewinnung der in Gauß-Krüger-Koordinaten zu erfassenden Lage- und Formdaten der DLM-Objekte brauchen die Landesvermessungsämter keine neue örtliche Landesaufnahme durchzuführen. Fast alle Landesvermessungsämter verfügen über großmaßstäbige Basiskartenwerke (Deutsche Grundkarte 1 : 5 000 oder ähnliche, Luftbildkarten), aus denen die Geometriedaten und meistens auch die Objektartenzugehörigkeit eines topographischen Objekts mit ausreichender Genauigkeit entnommen werden können. Dagegen müssen für bestimmte Attributdaten und für das Namensgut neue Informationsquellen erschlossen werden, wobei man erhofft, einen Großteil der notwendigen qualitativen Informationen auch im Wege des Datenaustausches mit anderen Fachbehörden beschaffen zu können.

Wenn allenthalben erkennbar wird, daß fachbezogene Informationen, Erkenntnisse, Ergebnisse und Dokumentationen nach einem qualifizierten Raumbezug verlangen, so bemühen sich die Landesvermessungs- und Katasterverwaltungen der Länder gemeinsam darum, diesem Bedarf mit geeigneten Informationssystemen wie ATKIS nachzukommen. Dabei werben sie darum, mit Kommunal-, Bundes- und Landesverwaltungen sowie mit der privaten Wirtschaft bei der Konzeption und Durchsetzung von ATKIS und vergleichbaren Vorhaben zu kooperieren. Das Informationssystem zur Bodennutzung STABIS, das topographische Informationssystem der Bundeswehr TOPIS und das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem ATKIS können gemeinsam für eine solche gelungene Kooperation stehen.

Abbildung 10
Der Objektartenumfang des DLM 25/1

2000 Siedlung

- 2111 Wohnbaufläche
 - 2112 Industrie- und Gewerbefläche
 - 2113 Fläche gemischter Nutzung
 - 2114 Fläche besonderer funktionaler
 - 2121 Bergbaubetrieb Prägung
 - 2122 Abfalldeponie
 - 2123 Raffinerie
 - 2126 Kraftwerk
 - 2127 Umspannwerk
 - 2129 Kläranlage, Klärwerk
 - 2133 Heizwerk
 - 2134 Wasserwerk
 - 2135 Abfallbeseitigungsanlage
 - 2201 Sportanlage
 - 2202 Freizeitanlage
 - 2213 Friedhof
 - 2227 Grünanlage
 - 2228 Campingplatz
 - 2301 Tagebau, Grube, Steibruch
 - 2302 Halde, Aufschüttung
 - 2314 Absetzbecken, Schlammteich,
Erdfaulbecken, Rieselfeld
-

4000 Vegetation

- 4101 Ackerland
 - 4102 Grünland
 - 4103 Gartenland
 - 4104 Heide
 - 4105 Moor, Moos
 - 4106 Sumpf, nasser Boden
 - 4107 Wald, Forst
 - 4108 Gehölz
 - 4109 Sonderkultur
 - 4110 Brachland
 - 4120 Vegetationslose Fläche
 - 4199 Fläche z. Z. nicht bestimmbar
-

6000 Relief

— Unabhängiges DGM 25

3000 Verkehr

- 3101 Straße
 - 3102 Weg
 - 3103 Platz
 - 3104 Straße (komplex)
 - 3105 Straßenkörper
 - 3106 Fahrbahn
 - 3201 Schienenbahn
 - 3203 Schienenbahn (komplex)
 - 3204 Bahnkörper
 - 3205 Bahnstrecke
 - 3301 Flughafen
 - 3302 Flugplatz, Landeplatz
 - 3402 Hafenbecken
 - 3403 Schifffahrtslinie
 - 3501 Bahnhofsgaststätte
 - 3502 Raststätte
 - 3511 Grenzübergang, Zollanlage
 - 3512 Anlegestelle, Anleger
 - 3513 Tunnel
 - 3514 Brücke
 - 3531 Kabelleitung
-

5000 Gewässer

- 5101 Strom, Fluß, Bach
 - 5102 Kanal (Schifffahrt)
 - 5103 Graben, Kanal (Wasserwirtschaft)
 - 5105 Quelle
 - 5111 Meer
 - 5112 Binnensee, Stausee, Teich
 - 5121 Watt
 - 5302 Talsperre, Wehr
 - 5303 Schleuse
-

7000 Gebiete

- 7106 Gemeinde
- 7211 Insel

Literaturhinweise

Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland - AdV
(1989): Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS),
Gesamtdokumentation, hrsg. von der AdV, Loseblattfassung, 1098 S. , Hannover. Vertrieb:
Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Muffendorfer Str. 19 - 21, D-5300 Bonn 2.

Grünreich, D. (1990): ATKIS - Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem. In: GIS
Geo-Informations-Systeme, Jahrgang 3, Heft 4, Karlsruhe.

Harbeck, R. (1990): Die Rolle der topographischen Landeskartographie als zukunftsorientierte
Informationsbasis. In: Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 4, Wien.

Bodeninformationssystem

Zusammenfassung

Das Bodeninformationssystem soll die Kenntnisse liefern, um Entscheidungen mit bodenrelevanten Auswirkungen beurteilen, Nutzungen optimieren, in Nutzungskonflikten über Folgewirkungen entscheiden, bodenschützende Entscheidungen herbeiführen und Grenzwerte für Schadstoffe überprüfen zu können. Besondere Bedeutung kommt der Vorsorge zu. Daher ist die Vorhersage von Gefährdungen Kernpunkt des Bodeninformationssystems. Zu diesem Zweck sollen Informationen über den Zustand der Böden mit Daten über ihre Belastbarkeit verknüpft werden. Für die großflächige Risikovorhersage müssen große Datenmengen verarbeitet werden. Dazu werden aus verschiedenen Fachbereichen Informationen verfügbar gemacht.

Bodeninformationssysteme werden in einzelnen Ländern unter Berücksichtigung der jeweiligen spezifischen Gegebenheiten aufgebaut mit dem Ziel, die erarbeiteten Ergebnisse untereinander vergleichbar zu machen. Sie bestehen aus zentralem Kernsystem und dezentralen Fachinformationssystemen, die bei Fachbehörden in unterschiedlichen Geschäftsbereichen und Verwaltungseinheiten eingerichtet und gepflegt werden.

Einleitung

Die Bundesrepublik Deutschland ist unter den Industriestaaten der Erde eines der Länder mit der höchsten Umwelt- und Ressourcenbeanspruchung. 56 % der Bevölkerung leben auf nur 27 % der Fläche in Regionen mit großen Verdichtungsräumen. Aus dem Wohn-, Gewerbe- und Industriebereich sowie dem Verkehr gelangen Schadstoffe in die Umwelt, die sich überwiegend auf dem Boden niederschlagen (Bundesregierung 1985).

Fast die Hälfte des Bundesgebietes wird für Zwecke der Nahrungs- und Futtermittelproduktion in Anspruch genommen. Auf diese Flächen werden durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung, insbesondere bei Monokulturen, große Mengen von Dünger und Pflanzenschutzmitteln ausgebracht. Dadurch kommt es zur Anreicherung dieser Stoffe im Boden, zu einem erheblichen Rückgang von Pflanzen- und Tierarten, aber auch zu einem Eintrag von Schadstoffen in Oberflächen- und Grundwasser.

Die Inanspruchnahme von Freiflächen nimmt nach wie vor - trotz konkreter Maßnahmen zur Reduzierung des Flächenverbrauches - immer noch zu. Die betroffenen Areale aber gehen dem Naturhaushalt verloren.

^{*)} Dr. Ulrich Lagally, Bayerisches Geologisches Landesamt, München.

Durch diese Aktivitäten des Menschen wird die Zusammensetzung des Bodens verändert, die in ihm ablaufenden biologischen Prozesse werden beeinträchtigt, seine Struktur wird umgestaltet - zum Teil verschwindet er sogar.

Damit der Boden als natürliche Lebensgrundlage für Mensch, Pflanze und Tier auch künftig erhalten bleibt, müssen diese schwerwiegenden Einwirkungen auf die belebte und unbelebte Umwelt auf einen ökologisch vertretbaren Umfang reduziert werden.

Dies ist das Hauptanliegen des Bodenschutzes. Um Bodenschutz aber betreiben zu können, bedarf es in erster Linie genauer Kenntnisse über die Böden und ihre Gefährdungen. Da diese Kenntnisse nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung standen, haben sich die Umweltminister des Bundes und der Länder 1985 für eine entschiedene Verbesserung der Informationsgrundlagen über den Boden ausgesprochen. Deshalb wurde eine Bund-/Länder-Arbeitsgruppe beauftragt, ein Konzept für eine den Zwecken des Bodenschutzes dienende Datenbasis zu entwickeln. Dabei sollten insbesondere die Inhalte festgelegt und die Möglichkeiten der Harmonisierung der Methodik, der Erhebung, der Analytik und der Auswertung der Daten geprüft werden. Außerdem sollte festgestellt werden, ob eine Angleichung der Datenspeicherung zwischen den Ländern möglich ist.

Dieses Konzept wurde von der "Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz" (1987) erarbeitet. Die Umweltminister haben 1987 den Ländern empfohlen, Bodeninformationssysteme entsprechend den Inhalten dieses Konzeptes aufzubauen.

1 Anforderungen an das Bodeninformationssystem

Bodenschutz bedeutet Schutz der Bodenfunktionen, denn Boden ist

- Lebens- und Nahrungsgrundlage für Mensch, Tier und Pflanze,
- Fläche für menschliche Aktivitäten, prägendes Element für Natur und Landschaft,
- Wasserfilter und Wasserspeicher und
- Lagerstätte für Rohstoffe (siehe Abbildung 1, S. 68).

Das Bodeninformationssystem (BIS) muß die nötigen Kenntnisse liefern, um

- Nutzungen zu optimieren,
- Folgewirkungen bei Nutzungskonflikten aufgrund konkreter Kenntnisse vorherzusagen,
- Entscheidungen mit bodenrelevanten Auswirkungen zu beurteilen,
- bodenschützende Entscheidungen herbeizuführen und
- Grenzwerte für Schadstoffe auf ihre Auswirkungen auf die Böden überprüfen zu können (siehe Abbildung 2, S. 69).

Die **V o r s o r g e**, also die Vermeidung bzw. Minimierung von Belastungen des Bodens, ist für den Bodenschutz von entscheidender Bedeutung; dies vor allem, weil der Boden in der Regel nicht gereinigt, Erosion nicht rückgängig gemacht werden kann, ja

selbst die Renaturierung versiegelter Flächen nie vollständig sein kann. Daher müssen zum Schutz der Böden dringend vorbeugende Maßnahmen der Normsetzung und des Verwaltungsvollzuges getroffen werden. Voraussetzung dafür ist die zuverlässige Vorhersage von Gefahren und Risiken, die durch bestimmte Nutzungen und Belastungen für die Böden entstehen können.

Die **Risikovorhersage** ist deshalb Kernpunkt des Bodeninformationssystems (siehe Abbildung 3, S. 70). Ausgehend von den jeweiligen Bodeneigenschaften, bereits festgestellten Schäden und dem Ausmaß der Belastung müssen Risikobeurteilungen bzw. Vorhersagen durchgeführt werden, vor allem in den Bereichen

- stoffliche Einwirkungen, z.B. Schadstoffanreicherungen und -verlagerung, Bodenversauerung und Nitratauswaschung,
- Strukturschäden, z.B. Erosion, Verdichtung und Humusschwund und
- Flächeninanspruchnahme, z.B. Flächenversiegelung, Einfluß von Siedlungstypen oder Verkehrserschließungsmaßnahmen

Dabei müssen Informationen über Zustand, Empfindlichkeit und Belastbarkeit der Böden mit Daten über die Nutzung bzw. Belastung verknüpft und interpretiert werden (siehe Abbildung 4, S. 71). Auswertungsmodelle für solche Daten liegen erst zu einzelnen Problembereichen vor.

Abbildung 1
Bodenfunktionen

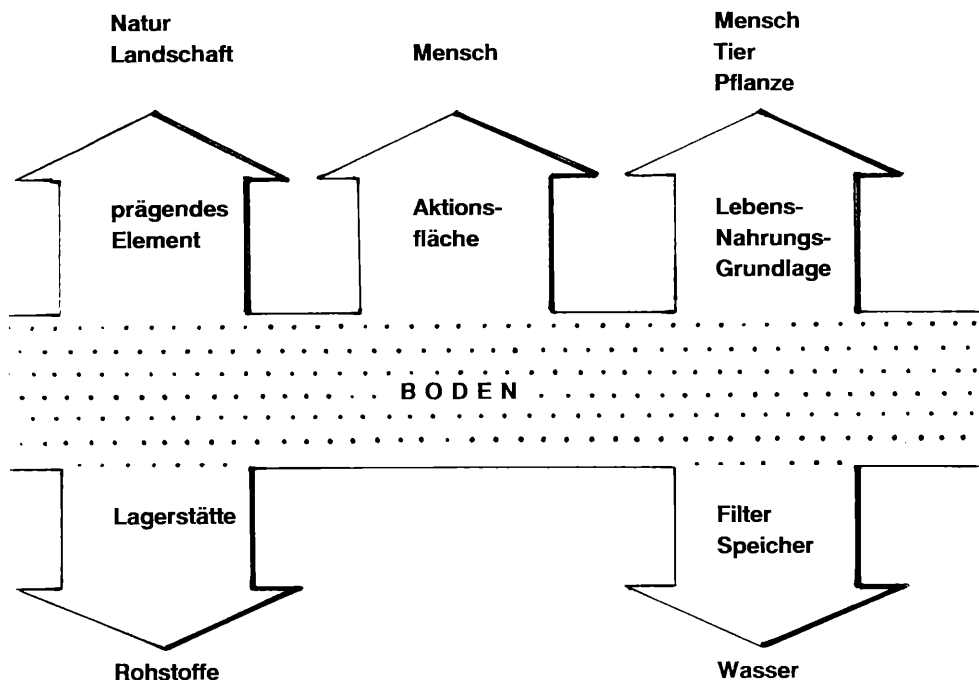


Abbildung 2
Aufgaben des Bodeninformationssystems

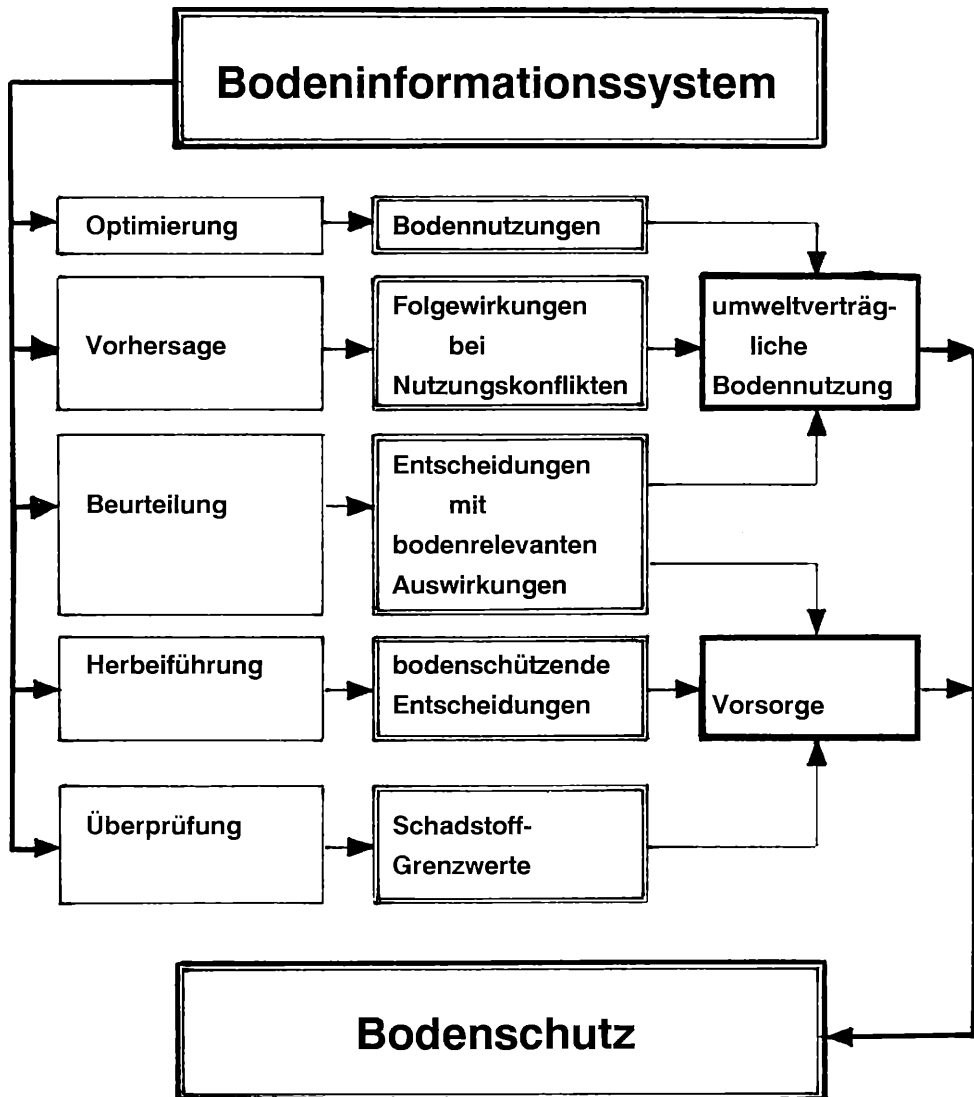


Abbildung 3
Themenfelder für Risikovorhersagen im Rahmen des Bodeninformationssystems

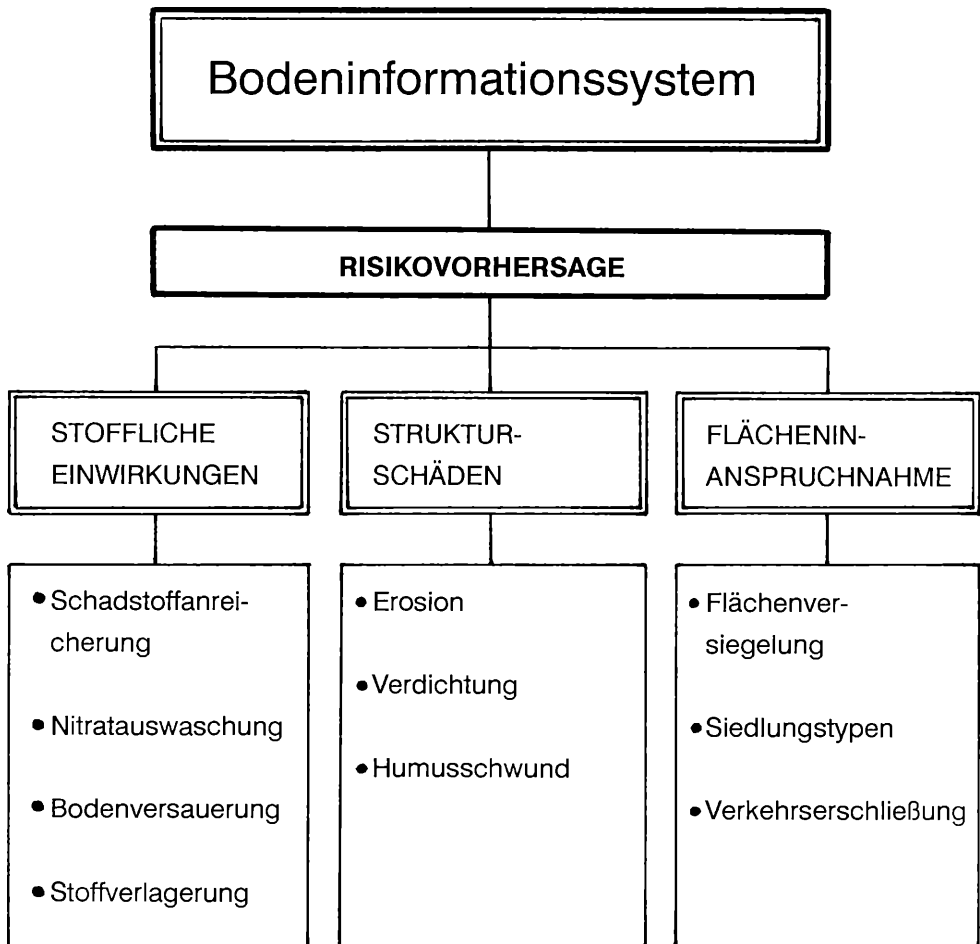
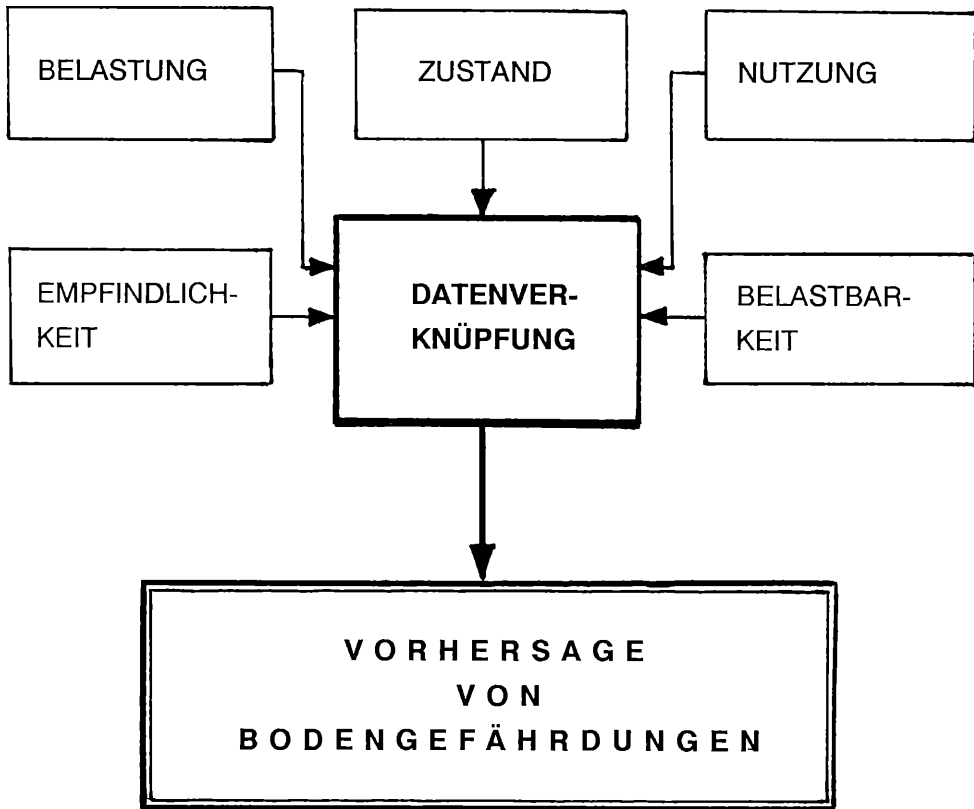


Abbildung 4
Vorhersage von Bodengefährdungen durch Datenverknüpfung



Das Beispiel der Erosionsvorhersage zeigt das Zusammenspiel von bodenkundlichen Daten und Kenntnissen mit weiteren Einflußgrößen, wie z.B. Niederschlägen und landwirtschaftlicher Nutzung, die für die Risikovorhersage notwendig sind. Mit der "Allgemeinen Bodenabtragsgleichung" nach Wischmeier & Smith (1965) läßt sich der jährliche Abtrag von Boden berechnen. In diese Gleichung gehen folgende Faktoren ein: Regenfaktor, Bodenerodierbarkeitsfaktor, Hanglänge, Hangneigung, Bodenbedeckungs- und -bearbeitungsfaktor und Erosionsschutzfaktor.

Eine Gefährdungsabschätzung des Bayerischen Geologischen Landesamtes unter Verwendung dieser Gleichung ergab, daß vor allem im Tertiärhügelland Niederbayerns, im Würzburger Becken, aber auch im Bayerischen Wald von Ackerflächen mehr als 25 t, stellenweise sogar bis zu 100 t Boden pro ha und Jahr abgetragen werden (Auerswald & Schmidt 1986). Es hat sich gezeigt, daß gerade die produktivsten, für den Menschen wertvollsten Böden am stärksten erosionsfördernd genutzt werden. Als Gesamtergebnis ergab sich, daß von 40 % der Fläche Bayerns mehr Boden abgetragen wird als toleriert werden kann.

Durch die Risikovorhersage lassen sich auch die Auswirkungen einzelner Faktoren abschätzen. So sind beispielsweise als wesentliche Parameter für den Bodenabtrag die Bodenbearbeitung, die Schlaglänge, in erster Linie aber die Hangneigung zu sehen.

Die Bearbeitung weiterer Problembereiche wurde im Maßnahmenkatalog zum Bodenschutz von Bund und Ländern als vordringlich festgelegt (Bundesregierung 1988). Weitere Kausalmodelle z.B. für den Schwermetalltransport im Boden, seine Filtereigenschaften im Hinblick auf den Grundwasserschutz, aber auch für den Einfluß verschiedener Siedlungstypen und Arten der Verkehrserschließung auf den Flächenverbrauch müssen noch entwickelt und eingesetzt werden. Damit sollen die fachlichen Grundlagen für Richt- und Grenzwerte für die Belastungen der Böden geschaffen werden.

Angesichts der langen Vorlaufzeiten für solche Vorsorgemaßnahmen kommt es dabei darauf an, Risiken möglichst genau vorherzusagen. Anders wird sich der Bodenschutz im Wettbewerb mit den unterschiedlichen, z.T. konträren Nutzungsansprüchen an den Boden nicht behaupten können.

1.1 Inhalte des Bodeninformationssystems

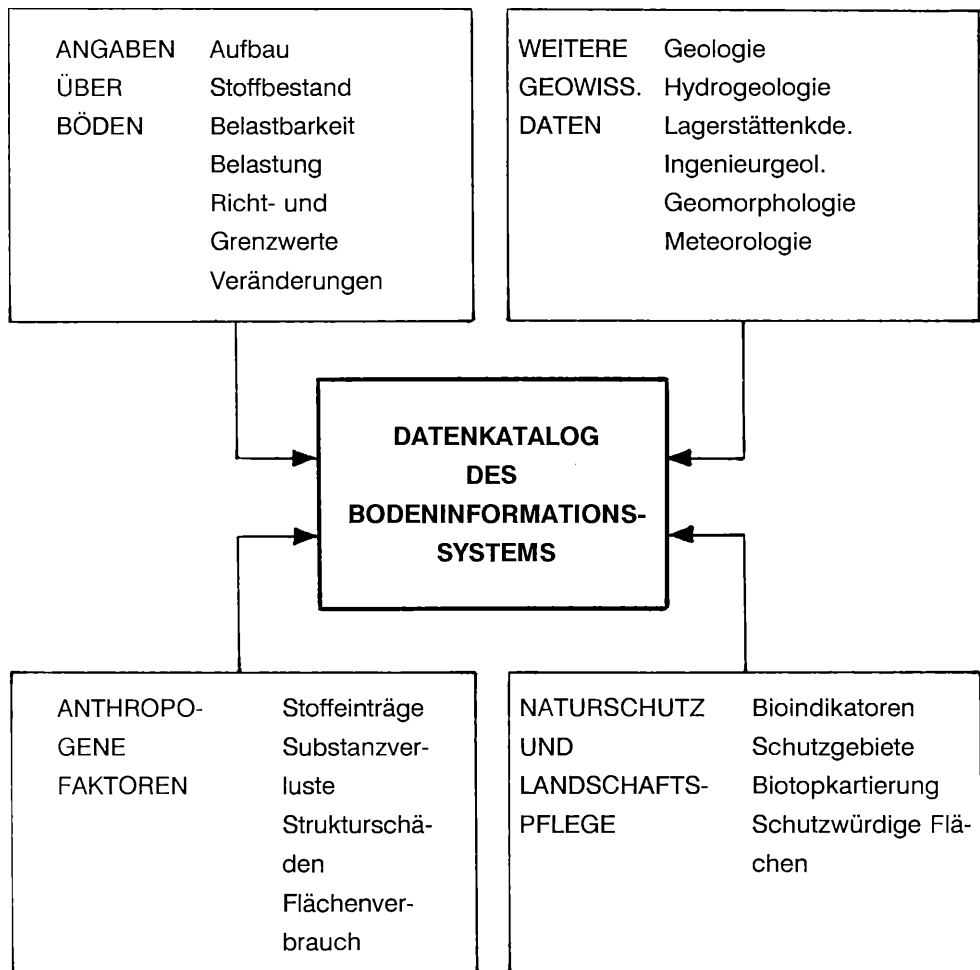
Zur Beschreibung der Inhalte eines Bodeninformationssystems wurde ein Datenkatalog entwickelt. Er gliedert sich in vier Bereiche (siehe Abbildung 5, S. 73):

- Bereich 1: Angaben über Böden, z.B. Aufbau, Stoffbestand, Standort- und Umwelteigenschaften, Belastbarkeit, ggf. Richt- oder Grenzwerte zur Gefahrenabwehr, Ist-Zustand ihrer Belastung sowie Erfassung von Veränderungen. Besondere Bedeutung kommt der Anlage und Untersuchung von Dauerbeobachtungsflächen zu, mit deren Hilfe Veränderungen der Böden unter Berücksichtigung der Nutzung bzw. Belastung festgestellt werden. Sie sind Testflächen für die Risikovorhersage, aber auch zur Beweissicherung und zur Untersuchung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen.
- Bereich 2: Weitere Geowissenschaftliche Daten aus den Bereichen Geologie, Hydrogeologie und Hydrologie, Lagerstättenkunde, Ingenieurgeologie, Geomorphologie und Metereologie (da auch das Klima ein die Bodenentwicklung steuernder und die Bodeneigenschaften beeinflussender Faktor ist).
- Bereich 3: Bodenbelastende, anthropogene Faktoren wie Stoffeinträge, Substanzverluste, Strukturschädigungen, Flächeninanspruchnahme.
- Bereich 4: Daten zu Naturschutz und Landschaftspflege, z.B. Bioindikatoren, Schutzgebiete, Ergebnisse der Biotopkartierung, schutzwürdige Flächen.

In einzelnen dieser Bereiche liegen bereits umfangreiche Datenbestände vor. Sie werden bei unterschiedlichen Stellen verwaltet, z.B. bei Geologischen Landesämtern, Wasserwirtschaftsbehörden, Landesanstalten für Umweltschutz etc. Im bodenkundlichen

Bereich ist bereits ein dichtes Datennetz vorhanden, das künftig durch die Entwicklung der Bodenübersichtskarte 1 : 200.000 auch flächenhafte Aussagen zulassen wird. Defizit besteht besonders bei flächendeckenden Daten, bei Methoden zur Datenverknüpfung, aber auch im Hinblick auf die Festlegung von Richt- und Grenzwerten für Bodenschäden. Damit die Daten für die Zwecke des Bodenschutzes verwendbar werden, müssen sie Mindestanforderungen in bezug auf ihre Erfassung und Vorhaltung erfüllen.

Abbildung 5
Datenbedarf des Bodeninformationssystems



1.2 Anforderungen an Erhebung, Darstellung und Interpretation von Daten

Eine zwischen Bund und Ländern abgestimmte Datenbasis setzt einheitliche Regeln für die Datenerhebung, insbesondere für die analytischen Vorgehensweisen, vor allem aber für den räumlichen und zeitlichen Bezug voraus. Nur auf der Grundlage vergleichbarer Ausgangsdaten werden auch die Ergebnisse von Darstellung, Auswertung und Interpretation zwischen den Ländern übertragbar.

Vor allem für Probenahme, Analysenmethoden und Meßgenauigkeit ist eine einheitliche Vorgehensweise erforderlich. Sind standortbedingte Abweichungen festzustellen, müssen sie quantifiziert werden. Das BIS-Konzept führt eine Reihe von Vorschriften auf, die von der bodenkundlichen Kartieranleitung über wasserwirtschaftliche Regelwerke bis zu den einschlägigen DIN-Normen reichen.

Absolut notwendig für eine Verknüpfung von unterschiedlichen Daten im Bodeninformationssystem ist ein eindeutig festgelegter Flächenbezug. In unterschiedlichen Raumbezugssystemen bereits vorliegende Daten müssen transformierbar sein, um einen einheitlichen Raumbezug zu gewährleisten. Entsprechende Schnittstellenvereinbarungen müssen bei Bedarf geschaffen werden. Um in jedem Fall eine Verwendbarkeit der Daten zu ermöglichen, ist bei Erhebung und Erfassung raumbezogener Daten die größtmögliche Genauigkeit anzustreben.

Für die Vergleichbarkeit von Untersuchungsergebnissen bei Datenverknüpfungen ist daneben auch die Angabe von Erhebungszeiten nützlich. Dies gilt vor allem für jahreszeitlichen Änderungen unterliegende Angaben wie z.B. Klimawerte oder für Immissionsdaten.

Besonders für die großflächige Risikovorhersage sind große Datenmengen erforderlich. Um diese Mengen verarbeiten zu können, muß EDV eingesetzt werden. Bodeninformationssysteme sollen, je nach dem benötigten fachlichen Zusammenhang, aus Datenbanken in unterschiedlichen Geschäftsbereichen und verschiedenen Verwaltungsorganisationen, bestehen. Die benötigten Daten werden in den einzelnen Institutionen nur für Zwecke des Bodenschutzes verfügbar gemacht. Es wird aber keine zentrale Bodenschutzdatenbank aufgebaut, die bei der großen Menge unterschiedlicher Daten riesig und damit unhandlich wäre.

2 Umsetzung des BIS-Konzeptes

Eine aus Vertretern von Bundes- und Landesbehörden gebildete Arbeitsgruppe hat 1989 im Auftrag der Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz einen Vorschlag für die Einrichtung eines länderübergreifenden Bodeninformationssystems erarbeitet (Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz 1989). Er gibt konkrete Hilfestellung zur Umsetzung des Konzeptes für ein Bodeninformationssystem. Die Umweltminister haben inzwischen diesen Vorschlag den Ländern als Grundlage beim Aufbau von Bodeninformationssystemen empfohlen.

Entsprechend diesem Vorschlag gliedert sich ein Bodeninformationssystem in ein **Kernsystem** und verschiedene **Fachinformationssysteme** für bodenschutzrelevante Datenbestände (siehe Abbildung 6, S. 76). Diese Systeme sind miteinander verknüpft. Das Kernsystem wird zentral geführt, während die Fachinformationssysteme von den zuständigen Fachbehörden aufgebaut und verwaltet werden. Aufgrund der Inhalte der eingebundenen Fachinformationssysteme kann das Bodeninformationssystem als Teil eines umfassenden Umweltinformationssystems fungieren oder auch in andere fachlich betroffene Informationssysteme integriert werden.

Aufbau und Konfiguration des Kernsystems erlauben zur Bearbeitung aktueller Fragestellungen eine fachübergreifende Auswertung; dabei werden in der Regel Fachinformationssysteme einbezogen. Durch die Verbindung der einzelnen Fachinformationssysteme untereinander wird die interdisziplinäre Bereitsstellung und Auswertung der Daten gewährleistet. Daher können auch unabhängig vom Standort der Datenbasis Auswertungen durchgeführt werden.

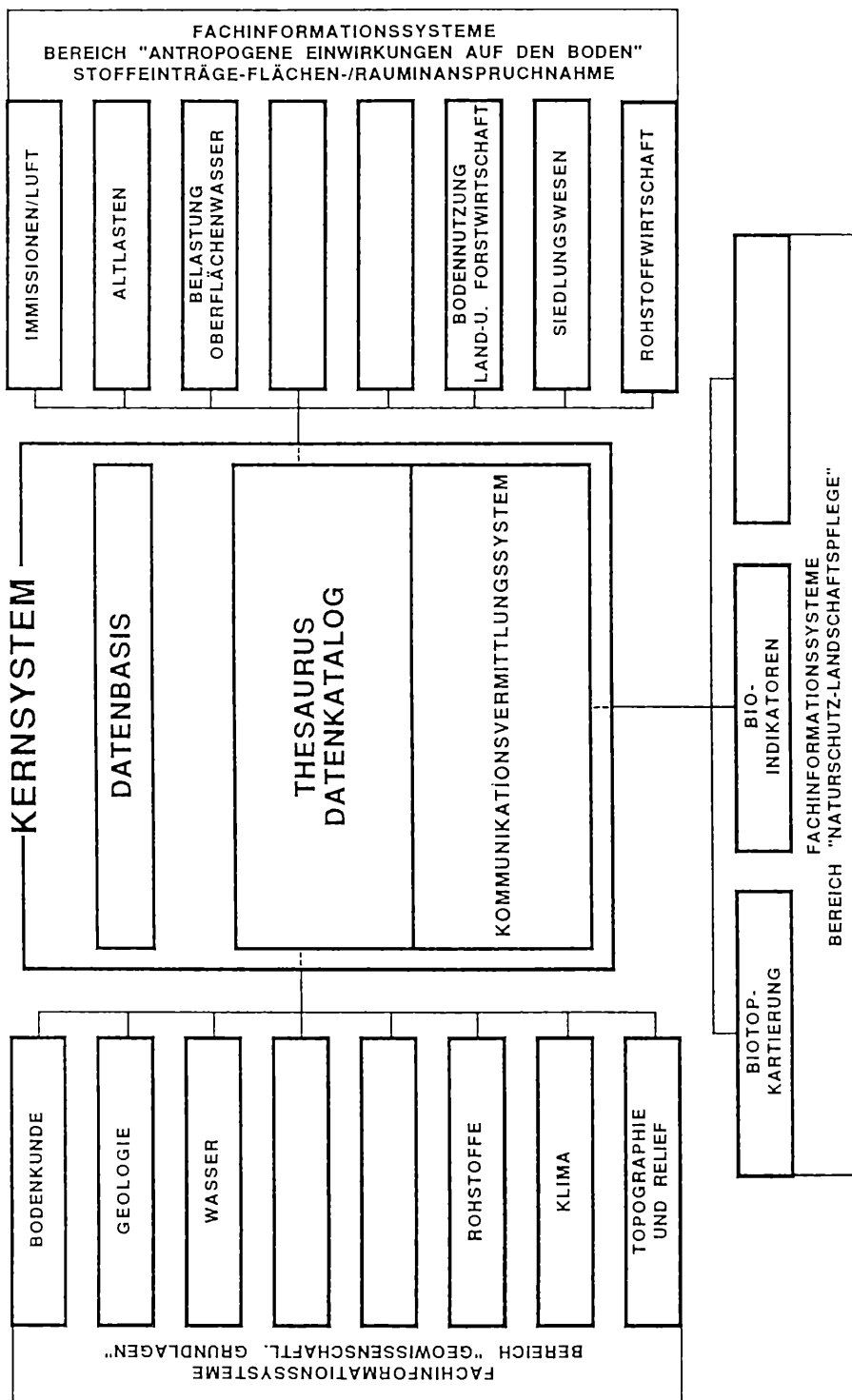
2.1 Kernsystem

Um Recherchen und Auswertungen zu ermöglichen, ist eine zentrale Organisation der meist räumlich und organisatorisch getrennt vorliegenden Datenbestände erforderlich. Ein für diese Zwecke eingerichtetes System, das über gespeicherte Daten und Methoden informiert, Zugriffspfade festlegt und mit den Fachinformationssystemen verbunden ist, wird als Kernsystem (oder auch reference system, Führungssystem) bezeichnet (siehe Abbildung 7, S. 77). Es besteht im wesentlichen aus

- dem Thesaurus (also einer methodischen Sammlung aller Merkmale, Normierungen und Vereinbarungen über ihren Gebrauch; dadurch werden Recherchen von sachbezogenen wie geometrischen Fragestellungen ermöglicht),
- dem Register, in dem die Fundstellen der Daten festgelegt sind. Der Zugang zu den Daten ist sowohl über einen Ordnungsbegriff wie über den Raumbezug möglich,
- dem Datenkatalog, der Angaben zu Datenbeschreibung, zur Datenzugänglichkeit und Datentechnik enthält und
- der übergeordneten Datenbasis, in der allgemeine Regeln und Konventionen wie zum Beispiel gesetzliche Bestimmungen oder technische Regelwerke, aber auch inhaltliche Listen wie zum Beispiel Stofflisten enthalten sind.

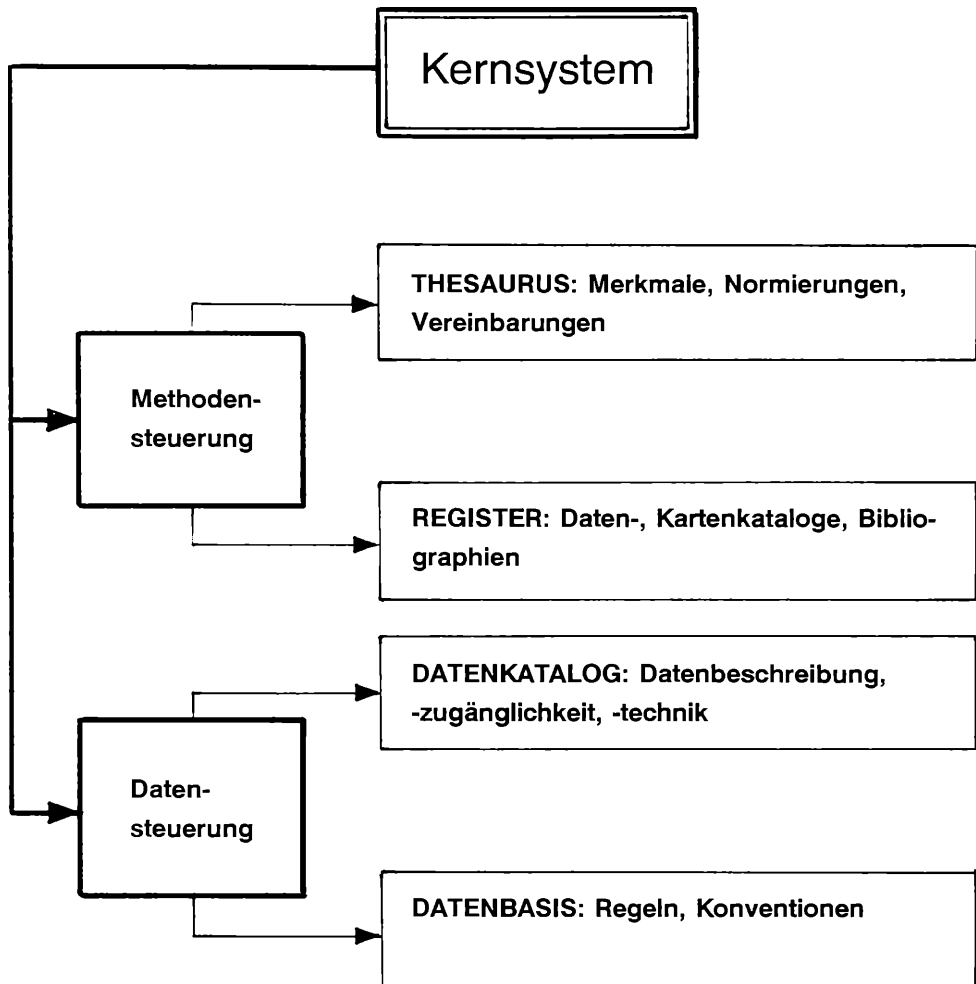
Das Kernsystem muß verknüpfbar sein mit allgemein zugänglichen Dokumentationssystemen wie z.B. GEOLINE, JURIS usw., muß aber auch Recherchen in behörden- und institutionseigenen Dokumentationssystemen ermöglichen. Zum Teil existieren bereits Kernsysteme für die fach- und verwaltungsübergreifende Datenauswertung. Als Beispiel sei das Informationssystem INFUCHS beim Umweltbundesamt erwähnt.

Abbildung 6
Struktur und Aufbau eines Bodeninformationssystems



Quelle: Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz (1989)

Abbildung 7
Komponenten des Kernsystems



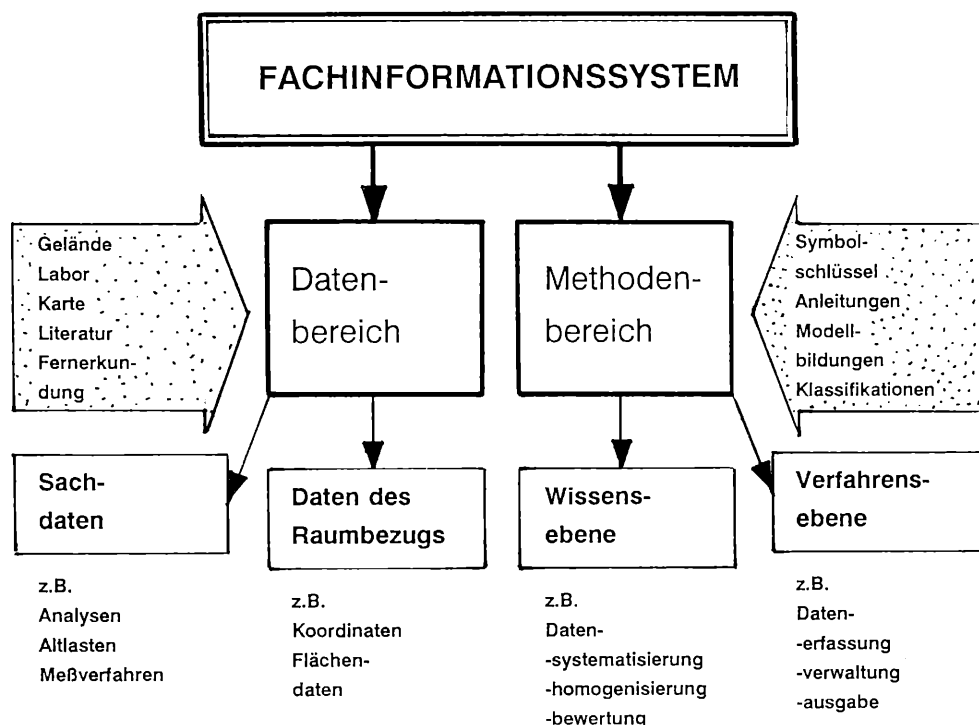
2.2 Fachinformationssysteme

Fachinformationssysteme werden dezentral von den jeweils fachlich zuständigen Behörden oder Institutionen aufgebaut und gepflegt. Sie sind **untereinander** über das Kernsystem verknüpfbar. Die Daten bzw. Auswertungsergebnisse stehen nach fachlicher Interpretation durch Fachbehörden oder Expertenteams - unter Wahrung der Belange des Datenschutzes - dem definierten Zugriff durch die Kommunikationsvermittlungsstelle "Kernsystem" zur Verfügung, d.h. Informationersuchen von außerhalb der datenerzeugenden/-führenden Stelle werden über das Kernsystem abgewickelt.

Fachinformationssysteme sind in einen **Daten-** und einen **Methodenbereich** gegliedert (siehe die folgende Abbildung 8).

- **Datenbereich:** Sachdaten und Daten des Raumbezuges werden darin in getrennten Bereichen verwaltet und müssen logisch wie datentechnisch miteinander verknüpfbar sein. Die Daten werden im Gelände erhoben, im Labor ermittelt, aus Publikationen und Archivmaterial gewonnen. Neben fachlichen Merkmalen umfassen die Sachdaten auch organisatorische Kennzeichen, z.B. zu Datenqualität, Zweck und Technik der Erhebung, Definitionen etc. Unbedingt erforderlich ist der Bezug auf ein einheitliches, bundesweit vorliegendes Raum Bezugssystem (z.B. Gauß-Krüger-Koordinaten).
- **Methodenbereich:** Dieser Bereich umfaßt Werkzeuge zur Datenaufbereitung, -verwaltung und -auswertung zum einen auf der **Wissensebene** (z.B. Systematisierung und Erhebung von Daten, Homogenisierung von Datenbeständen unterschiedlichen Alters und verschiedener Herkunft, Datenbe- und -auswertung), zum anderen auf der **Verfahrensebene**, in der das Expertenwissen zur Datenerfassung, -verwaltung und -ausgabe in operationalisierter Form vorliegt.

Abbildung 8
Komponenten des Fachinformationssystems



Entsprechend den Vorgaben des Konzeptes für ein Bodeninformationssystem soll der Aufbau von Fachinformationssystemen in drei fachlich abgegrenzten Gruppen erfolgen (siehe Abbildung 9, S. 80):

Gruppe 1: Geowissenschaftliche Grundlagen, z.B. Bodenkunde, Geologie, Rohstoffe, Hydrogeologie usw.. Dazu gehören auch die im Aufbau oder in Vorbereitung befindlichen Informationssysteme ATKIS, STABIS und MERKIS.

Gruppe 2: Anthropogene Einwirkungen auf den Boden, z.B. Stoffeinträge (Immissionen, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel), Flächeninanspruchnahme (Siedlung, Verkehr, Abfallbeseitigung etc.).

Gruppe 3: Naturschutz und Landschaftspflege (Schutzgebiete, Artenschutz).

3 Aufbau des Bodeninformationssystems

Der Vorschlag für ein länderübergreifendes Bodeninformationssystem sieht - wie bereits erläutert - als Organisationsstruktur ein zentrales Kernsystem vor, das verknüpft ist mit dezentralen Fachinformationssystemen. Eine Untersuchung der in Frage kommenden Datensammlungen ergab, daß diese bisher meist nicht die Bedingungen für die Einbindung in ein Bodeninformationssystem erfüllen. Die Datensammlungen sind in der Regel nur für bestimmte Projekte und daher nicht in der nötigen fachlichen Breite angelegt. Darüber hinaus fehlen Verknüpfungen eines zentralen Kernsystems mit separaten Fachinformationssystemen.

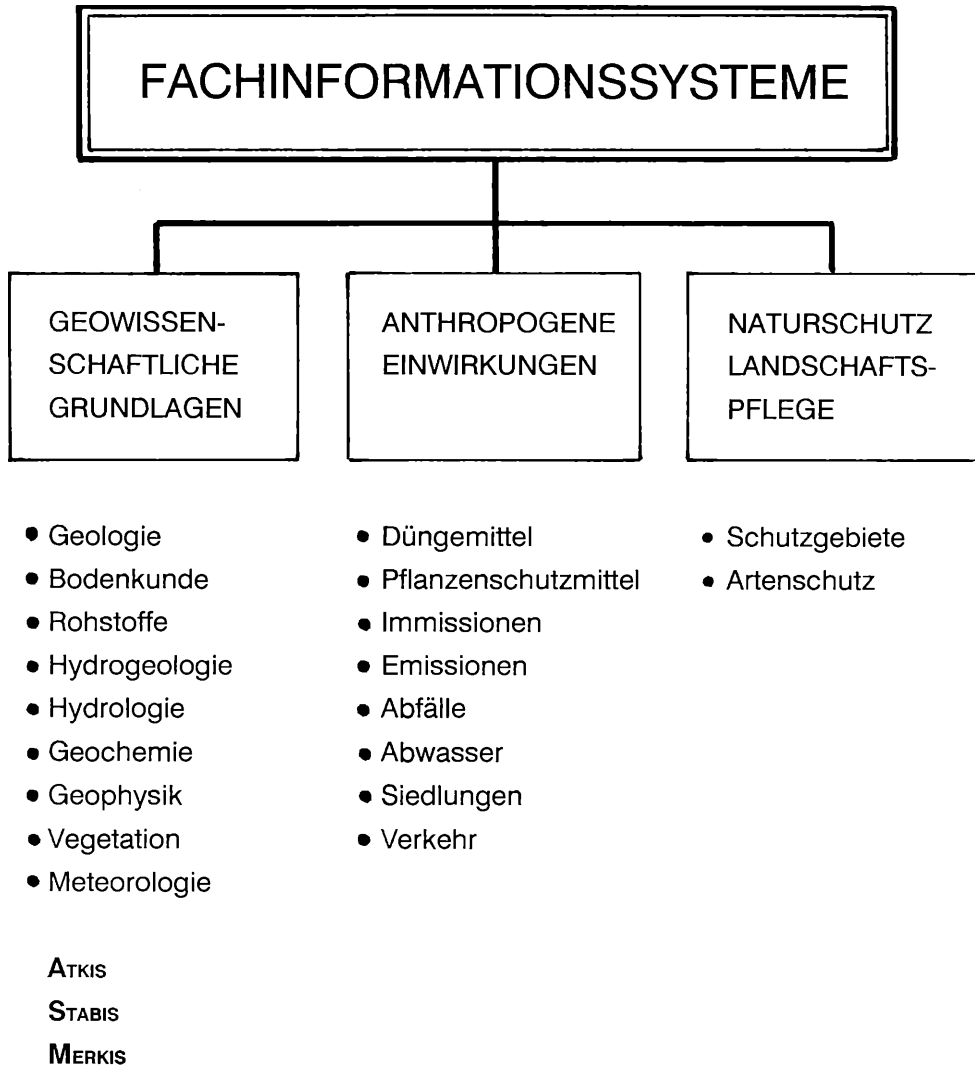
Die bei den verschiedenen im Aufbau befindlichen Fachinformationssystemen verwendeten Hard- und Softwaresysteme sind nicht homogen. Es wäre wohl auch kaum realistisch, länder- oder gar bundesweit homogene Lösungen durchzusetzen. Um Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen EDV - Systemen herzustellen, müssen deshalb Kommunikationsvermittlungsstellen z.B. bei den Kernsystemen oder auch an einer anderen Stelle eingerichtet werden.

3.1 Schritte zur Einrichtung von Bodeninformationssystemen

In der ersten Stufe haben gemeinsame, einheitliche Definitionen von Daten, Datenkatalogen und Thesauri höchste Priorität. Neu erhobene geowissenschaftliche Daten sollen auf EDV erfaßt werden. Bereits vorhandene Daten müssen in EDV-gestützte Dateien überführt werden. Allein hierin steckt schon eine Aufgabe von riesigem Umfang. Bei Neubeschaffung oder Änderung von Systemen müssen Absprachen über die Vernetzung von Hard- und Software getroffen werden. Besondere Bedeutung hat die Festlegung bzw. Vereinbarung von Datenschnittstellen.

In der zweiten Stufe (wohl erst mittel- bis langfristig) muß die Vernetzung der verschiedenen Datenverarbeitungssysteme in Angriff genommen werden.

Abbildung 9
Fachinformationssysteme



3.2 Stand der Arbeiten und Ausblick

In verschiedenen Ländern wurde bereits mit der Einrichtung von Bodeninformationssystemen begonnen. Jedoch ist der Aufbau von Bodeninformationssystemen eine Aufgabe, die sicher nicht innerhalb der nächsten Jahre abgeschlossen sein wird. Dazu ist die Aufgabenstellung des Bodenschutzes zu fachübergreifend, dazu müssen zu viele Fachstellen in unterschiedlichen Geschäftsbereichen eingebunden werden.

Bodeninformationssysteme werden von Landesbehörden für die einzelnen Bundesländer eingerichtet. Sie arbeiten hinsichtlich vergleichbarer Ergebnisse (z.B. Konzept für eine Bodenübersichtskarte 1 : 200 000) nach einheitlichen Grundregeln, haben aber wegen der historisch gewachsenen Datenbestände landestypische fachliche Spezialisierungen und Aufnahmetraditionen zu berücksichtigen.

Am weitesten fortgeschritten sind die Arbeiten in Niedersachsen. Das Bodeninformationssystem NIBIS ist Teil des Niedersächsischen Umweltinformationssystems NUMIS, das derzeit aufgebaut wird. Es wird vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Zusammenarbeit mit anderen Fachbehörden eingerichtet. Als Kernsystem fungiert das Umweltinformationssystem.

Die geowissenschaftlichen Fachinformationssysteme werden am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung geführt und umfassen die Bereiche Bodenkunde, Geologie, Hydrogeologie, Rohstoffe, Geochemie, Geophysik und Deponien - Altablagierungen. Verschiedene Datenbanken sind bereits routinemäßig im Einsatz, mit dem Aufbau der Methodenbank wurde begonnen.

In Bayern laufen seit 1988 die Arbeiten zur Einrichtung eines Bodeninformationssystems, in das die seit Beginn der achtziger Jahre durchgeführten umfassenden Erhebungen des Bodenkatasters Bayern des Geologischen Landesamtes integriert werden. Das Kernsystem wird am Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen etabliert. Die Definierung von Thesaurus und Datenkatalog ist für die Bereiche Boden und Geologie abgeschlossen. Wie in den übrigen Bundesländern werden am Geologischen Landesamt die einschlägigen Geowissenschaftlichen Fachinformationssysteme aufgebaut.

Auch in anderen Bundesländern sind im Zuständigkeitsbereich der Geologischen Landesämter bereits umfangreiche geowissenschaftliche Fachinformationssysteme im Aufbau. Das Umweltbundesamt fördert im Saarland ein Forschungsvorhaben zum Aufbau eines Bodeninformationssystems. Mit der Einrichtung eines Kernsystems wird in Baden-Württemberg 1991 begonnen. In Nordrhein-Westfalen wird eine Voruntersuchung auf breiter Basis durchgeführt, die zu einem Stufenkonzept bei der Einführung eines Bodeninformationssystems führen soll. Das Hessische Landesamt für Bodenforschung wird das Kernsystem konzipieren und verwalten. In einigen Ländern stehen Entscheidungen für den Aufbau von Bodeninformationssystemen noch aus.

Unabhängig vom vollständigen Zusammenspiel der einzelnen BIS-Komponenten kann jedoch bereits jetzt eine Reihe wichtiger Vorhaben bearbeitet werden. Besondere Dringlichkeit kommt der Entwicklung von Auswertungs- oder Rechenmodellen zur Verknüpfung von Bodendaten mit Belastungsdaten zu. Diese Modelle sind die unabdingbare Grundlage für die Vorhersage von Gefährdungen für die Böden und damit zur Festlegung von Richt- und Grenzwerten zur Vermeidung von Bodenschäden. Vordringlich ist die Weiterentwicklung von Modellen, z.B. für Schadstoffanreicherungen, Nitratverlagerung, Verdichtungsgefährdung, Auswirkungen der Versauerung und Schadstofftransport in andere Umweltmedien.

Auf der Basis der vorhandenen Modelle läßt sich in Pilotvorhaben zumindest für Teilbereiche die Voraussage von Bodengefährdungen erproben. Solche Projekte sind wichtig - auch wenn nicht immer bereits alle benötigten Daten zur Verfügung stehen - um organisatorische und EDV-methodische Probleme aufzuzeigen. Damit lassen sich frühzeitig Fehlentwicklungen beim Aufbau des Bodeninformationssystems erkennen und so die Ziele, baldmöglichst wirksame Instrumente für den Bodenschutz zu schaffen, schneller erreichen.

Bodenschutz ist eine Querschnittsaufgabe, die viele Fachgebiete innerhalb und außerhalb des Umweltbereiches angeht. Aufgrund des weiten Spektrums besteht die Notwendigkeit, alle einschlägigen Initiativen für die Zwecke des Bodenschutzes zu koordinieren. Das Bodeninformationssystem bietet neben seiner eigentlichen Aufgabe aber auch die Chance, die Umweltinformationen insgesamt geschlossen und vielseitiger nutzbar zu machen.

Literaturhinweise

Auerswald, K., Schmidt, F. (1986): Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern - Karten zum flächendeckenden Bodenabtrag durch Regen-. GLA-Fachberichte 1, 74 S., Bayer. Geolog. Landesamt, München.

Bundesregierung (1985): Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung.- Bundesminister des Inneren, 229 S., Kohlhammer, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz.

Bundesregierung (1988): Maßnahmen zum Bodenschutz.- Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 29 S., Bonn.

Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz (1987): Konzept zur Erstellung eines Bodeninformationssystems.- Materialien 47, 26 S. u. Anhang, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München.

Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz (1989): Länderübergreifendes Bodeninformationssystem - Ein Vorschlag -. Expert., 25. S., Niedersächsisches Umweltministerium, Hannover.

Wischmeier, W., Smith, D. (1965): Predicting soil erosion losses east of the Rocky Mountains - Guide for selection of practices for soil and water conservation. - USDA, Agric. Handbook 282.

Konzepte zur Fernerkundungsforschung im Bereich der Ökologie

1 Rückblick

"Fernerkundung", die Gewinnung von Informationen über Objekte (häufig: der Landschaft), mittels elektromagnetischer Strahlung, ohne mit diesen Objekten in Berührung zu kommen, ist ein Begriff, der erst seit Ende der sechziger Jahre in Gebrauch kam, obwohl es Fernerkundungssysteme, nämlich photographische Luftbilder und deren Auswertung, bereits seit vielen Jahrzehnten im praktischen Einsatz vieler Wissenschaftsdisziplinen gibt. Technische Fortschritte auf dem Gebiet elektronischer Aufnahmesysteme und auf dem Gebiet der Bildverarbeitung waren der Grund für die neue Begriffsbildung und Auslöser für eine neue Forschungsrichtung. Fernerkundung wird von den meisten Wissenschaftlern prinzipiell nicht als eine selbständige Disziplin angesehen, sondern als ein Forschungsgebiet interdisziplinären Charakters, das zwischen Technologieforschung und einer ganzen Reihe von Anwendungsdisziplinen angesiedelt ist. In der Praxis wurde die Fernerkundungsforschung jedoch überwiegend als Technologieforschung betrieben, deren Ergebnisse einer (oftmals kaum existenten) "Nutzergemeinschaft" präsentiert wurden. Ein Technologietransfer auf breiter Front, der zum operationellen Einsatz neuer Fernerkundungsverfahren in vielen Anwendungsbeispielen hätte führen müssen, ist nach 25 Jahren Forschung noch immer nicht festzustellen, vielmehr hat sich die Fernerkundung endgültig nur auf wenigen Anwendungsgebieten durchsetzen können (z.B. Wetterbeobachtung, topographische Kartographie in mittleren und kleinen Maßstäben). Auf vielen Anwendungsfeldern, so auch der Landschaftsökologie, wurden zwar unbestreitbare Fortschritte erzielt, die Fernerkundung ist aber primär Forschungsgegenstand geblieben. Die Ungeduld der finanziellen Förderer der Fernerkundungsforschung wächst, sie fordern einen höheren Anteil operationeller, ihre Kosten tragenden Anwendungen. Die Forschungsförderung auf diesem Gebiet soll sich stärker verlagern, weg von der reinen Technologie (z.B. der Entwicklung neuer Sensoren und Datenaquisitionsmethoden, deren Ergebnisse wenig Anwendung finden) hin zu gezielter Förderung des Einsatzes für aktuelle, dringende Probleme. Das Forschungsgebiet "Ökologie" und die schwer exakt abgrenzbaren Gebiete, auf denen die Forschungsergebnisse in die Praxis umgesetzt werden sollen, gehören zu diesen besonderes propagierten Einsatzgebieten der Fernerkundung.

^{*)} Prof. Dr. Hartmut Kenneweg, Institut für Landschafts- und Freiraumplanung, Technische Universität Berlin.

2 Arbeitsgruppen des Bundesministeriums für Forschung und Technologie

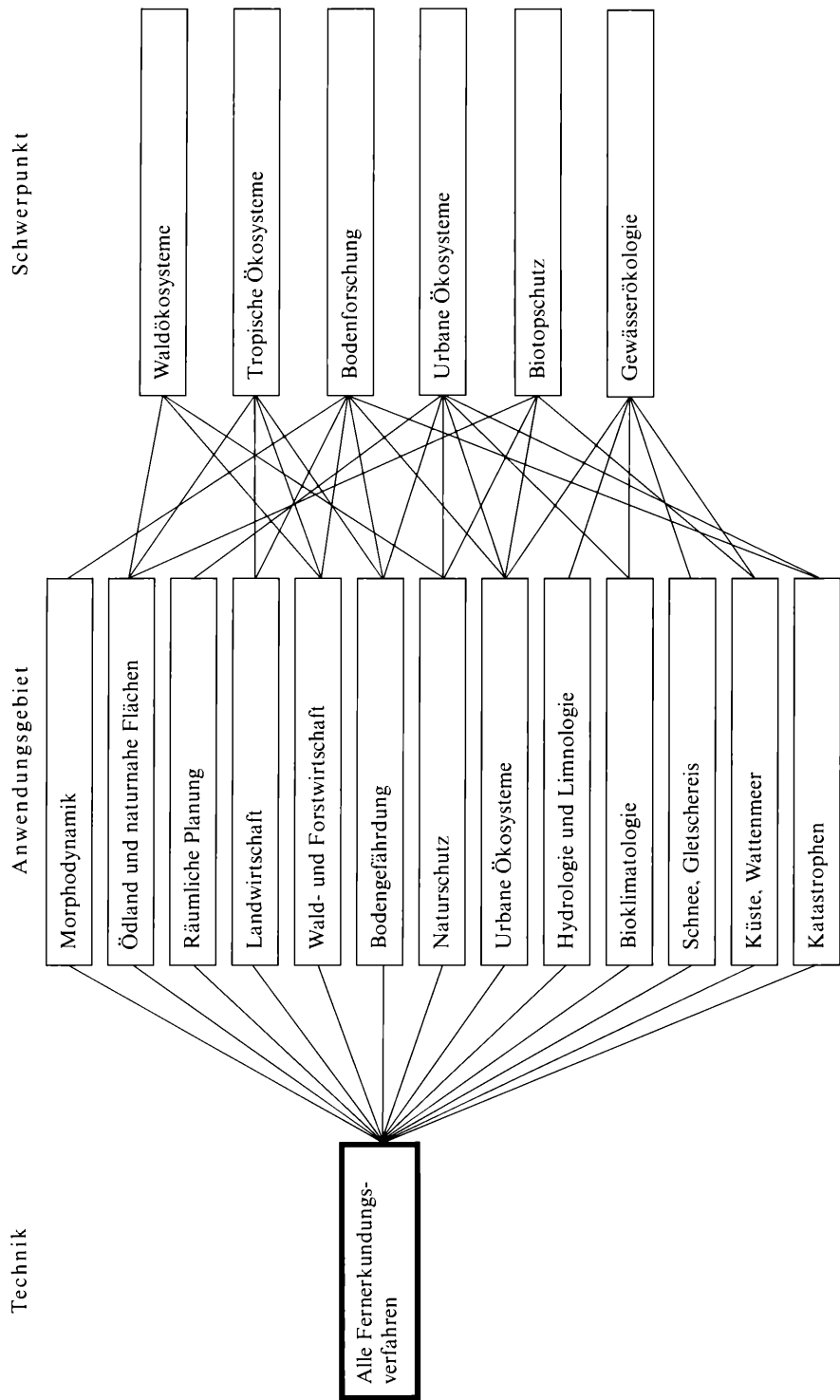
Die Forschungsförderung von interdisziplinären Forschungsprogrammen in Deutschland benötigt eine klare Regelung der Zuständigkeiten. Die oben geforderte Schwerpunktverlagerung bei der Fernerkundungsforschung hat die Konsequenz, daß die Anwendungsdisziplinen (und die ihnen dienenden Forschungsprogramme) auch stärker für die Fernerkundung zuständig werden müssen; es sollte also eine entsprechende Verlagerung stattfinden: weg von der Technologie, hin zu den Anwendungsdisziplinen. Zur Vorbereitung der dafür notwendigen neuen Förderungskriterien hat das BMFT auf dem Sektor "Umweltforschung" drei Arbeitsgruppen eingesetzt, die für die drei Teilbereiche "Atmosphäre", "Meeresoberfläche und Kryosphäre" sowie "Landoberflächen" des "Ökosystems Erde" Forschungskonzepte entwickeln sollten. Aus diesen unabhängig voneinander entstehenden Papieren soll das Förderungskonzept des BMFT "Fernerkundung für die Umweltforschung" entwickelt werden. Der nachfolgende Bericht bezieht sich hauptsächlich auf die Konzeptüberlegungen der Arbeitsgruppe "Fernerkundungsanwendung für das Forschungsgebiet Ökologie der Landoberfläche" (Arbeitsgruppe, 1990), die für das Thema "Neue Wege raumbezogener Statistik" am ehesten von Belang sind.

Eine weitere Arbeitsgruppe "Erdbeobachtung" hat sich vornehmlich mit Satellitenmeßprogrammen zur globalen Umweltüberwachung ("Global Change") befaßt. Auch deren Arbeitsergebnisse sind für das hier relevante Thema nicht von unmittelbarem Interesse.

3 Komplexe Aufgabenstellung

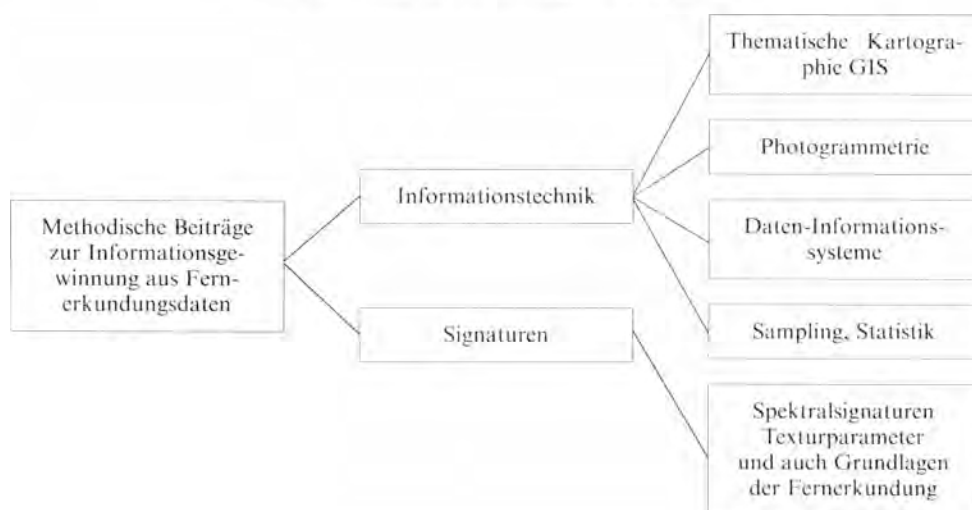
Von allen Arbeitsgruppen waren, ausgehend von einer Situationsanalyse, Defizite (Daten, Methoden, Ausstattung und Organisation) festzustellen sowie daraus Empfehlungen abzuleiten und Förderungsprioritäten zu setzen, die von existierenden Förderungsschwerpunkten des BMFT mitbestimmt waren. Diese Aufgabe erwies sich trotz der Beschränkung auf den Aspekt "Fernerkundung" für das Anwendungsgebiet "Ökologie der Landoberflächen" wegen der großen Vielfalt und Komplexität gerade dieses Anwendungsfeldes als außerordentlich schwierig. In der Situationsanalyse wurden insgesamt 13 "datenorientierte" Teildisziplinen bzw. Anwendungsfelder ausgewiesen, die weder einer strengen Wissenschaftssystematik entsprechen, noch unbestritten als Teildisziplinen der Ökologie gelten können (siehe Abbildung 1, S. 85). Aus der Sicht der Aufgabenstellung "Fernerkundungsanwendung" treten diese möglichen Einwände jedoch zurück gegenüber den pragmatischen Vorteilen, daß sich reale Forschergruppen in Deutschland sowohl mit diesen Anwendungsgebieten, als auch mit Fernerkundung befassen und daß Zusammenhänge mit den weltweiten, drängenden Umweltproblemen unbestreitbar sind. Die Zuordnung dieser Anwendungsgebiete zu den existierenden Förderungsschwerpunkten des BMFT auf dem Gebiet der ökologischen Forschung ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1
Anwendungsgebiete der Fernerkundung im Bereich der ökologischen
Forschung und Zuordnung zu BMFT-Förderungsschwerpunkten



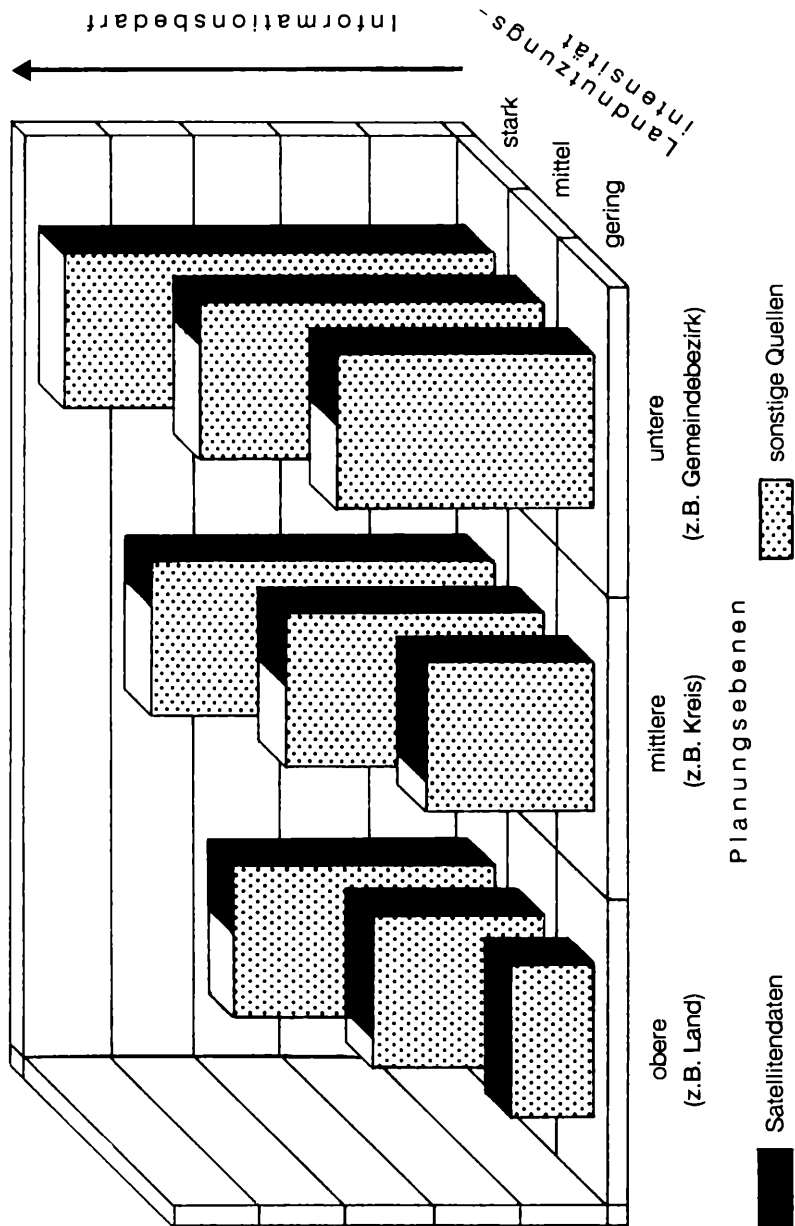
Neben den datenorientierten gibt es auch methodenorientierte Nutzergruppen der Fernerkundung, die nicht unmittelbar mit der ökologischen Forschung befaßt sind, deren Beiträge zur Fernerkundungsforschung aber gleichwohl unentbehrlich sind, um die in Fernerkundungsdaten vorhandenen Fachinformationen in vollem Umfang nutzbar zu machen (siehe folgende Abbildung 2). Diese Forschungsgebiete sind der Signaturforschung und Teilgebieten der angewandten Informatik, Statistik und der Photogrammetrie/Kartographie zuzurechnen.

Abbildung 2
Methodenorientierte Forschungsgebiete der Fernerkundungsanwendung
mit Bedeutung für die ökologische Forschung



Die Art der Fernerkundungsanwendung und das Gewicht der Fernerkundung im Kontext eines der Fachinformationssysteme unterscheidet sich innerhalb der genannten Teilgebiete sehr erheblich, je nach der Ebene, auf der eine Inventur durchgeführt wird, oder je nach der Fragestellung, für die die Inventurergebnisse benötigt werden. Die hierbei zu beachtenden prinzipiellen Zusammenhänge sind in vereinfachter Form in Abbildung 3 (siehe S. 87) wiedergegeben.

Abbildung 3
Gliederungsschema für den Stellenwert der Weltraum-Fernerkundung
bei der Informationsgewinnung
In Fällen der ökologischen Forschung und Planung



Danach ist der Informationsbedarf umso größer, je höher die Landnutzungsintensität ist und je kleiner die Befund- oder Planungseinheiten sind, für die noch eine Aussage verlangt wird. Der Beitrag, den die Satellitenfernerkundung jeweils zu erbringen vermag, ist als dunkel wiedergegebener Anteil der Säulen kenntlich gemacht. Bei groben, großräumigen Inventuren ist der relative Anteil der (Satelliten-)Fernerkundung an der gesamten Informationsgewinnung größer als bei kleinräumig gegliederten, detailreichen Inventuren intensiv genutzter Landschaften. Das stark vereinfachte Schema unterdrückt einige Gegebenheiten, die bei praktischen Inventuren meist bedeutsam sind:

- Die Art der benötigten Informationen, also auch die Bedeutung des dunklen Anteils der Säulen, ist keineswegs für alle Säulen der Abbildung gleich; dementsprechend sind auch die bevorzugt einzusetzenden Fernerkundungsverfahren unterschiedlich.
- Die Darstellung in Abbildung 3 beschränkt sich auf Satellitenfernerkundung; diese Vereinfachung entspricht selten den realen Bedingungen einer Inventur; verschiedene Informationsquellen werden vielmehr nebeneinander eingesetzt und nach Kriterien der Zweckmäßigkeit ausgewählt. Unterschiedliche Fernerkundungsmethoden (z.B. photographisches Luftbild und elektronische Satellitendaten) konkurrieren untereinander und gegen konventionelle Inventurmethode. Die Schemadarstellung müsste entsprechend erweitert und modifiziert werden, wenn solche Überlegungen und Abwägungen einbezogen werden sollen.

Eine weitere Randbedingung spielt eine erhebliche Rolle für die Komplexität von Fernerkundungsmethoden. Zwar ermöglicht die Fernerkundung die unbestechliche Dokumentation des Zustandes bzw. ausgewählter Eigenschaften der abgebildeten Objekte zum Aufnahmetermin; dennoch ist es häufig sehr schwierig, unmittelbare Vergleiche zweier Fernerkundungsdatensätze mit dem Ziel von Veränderungsnachweisen durchzuführen. Unterschiedliche Qualitäten der zu vergleichenden Datensätze wegen geometrischer, radiometrischer, jahreszeitlicher oder atmosphärischer Einflüsse beeinträchtigen die Vergleichbarkeit bzw. erfordern umfangreiche Datenkorrekturen, bevor diese Vergleichbarkeit, ein wesentliches Anliegen der an Zeitreihen interessierten ökologischen Forschung, gewährleistet werden kann. Die Beiträge methodenorientierter Forschergruppen (siehe Abbildung 2) sind nicht zuletzt deshalb für erfolgreichen Einsatz der Fernerkundung in der ökologischen Forschung eine wesentliche Voraussetzung.

4 Prüfkriterien

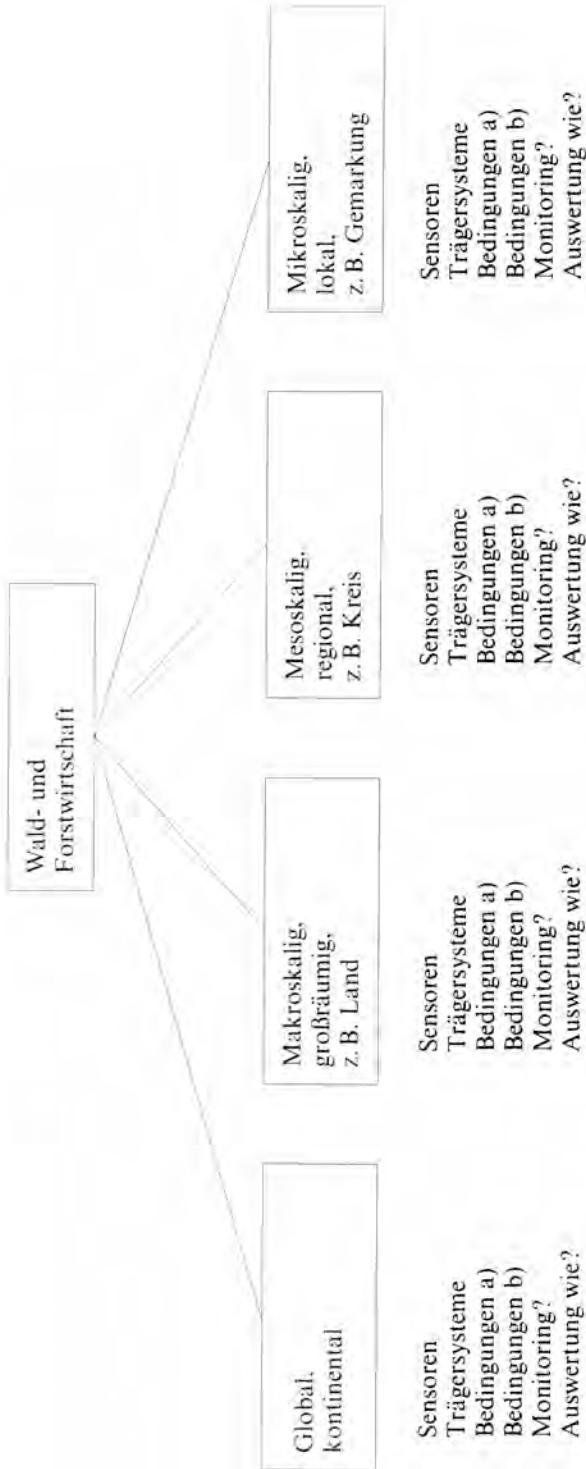
In welcher Weise für die einzelnen "datenorientierten" Nutzergruppen die Überprüfung des möglichen Fernerkundungseinsatzes erfolgte, wurde im mündlichen Vortrag exemplarisch für das Teilgebiet der ökologischen Forschung "Wald und Forstwirtschaft" dargestellt (siehe Abbildung 4, S. 90) und mit Bildbeispielen aus dem BMFT-Verbund-Forschungsprojekt "Untersuchung und Kartierung von Waldschäden mit Methoden der Fernerkundung" erläutert (Kenneweg et al. 1989). Es ist nicht möglich, die farbigen Bildbeispiele hier wiederzugeben. Es war das Ziel dieser Überprüfung, Defizite her-

auszuarbeiten sowie Empfehlungen und Prioritäten für künftige Forschung und Strukturverbesserungen daraus abzuleiten. Die getrennte Beurteilung der einzelnen Maßstabsbereiche bzw. Inventur- oder Planungsebenen (in der Abbildung 4 durch vierfache Wiederholung derselben Prüfkriterien angedeutet) wurde bei den meisten Anwendungsgebieten für unverzichtbar gehalten, da sich die Aufgabenstellung nicht auf Satellitenfernerkundung beschränkte, sondern sämtliche Fernerkundungssysteme - einschließlich konventioneller Luftbilder - einbeziehen sollte, soweit ein fortbestehender Forschungsbedarf zu vermuten war. Bei vielen der hier durch Stichworte bezeichneten Fragen waren Alternativen zu erwägen und unterschiedliche Lösungswege denkbar (z.B. Auswertung auf dem Weg über automatische Klassifikation oder visuelle Interpretation).

Bei den Sensoren waren zum Teil zahlreiche Alternativen zu erörtern und Schwerpunkte in den einzelnen Maßstabsbereichen herauszuarbeiten. Die Trägersysteme lassen sich den Maßstabsbereichen leicht zuordnen; Satelliten und Flugzeuge sind auf dem Anwendungsgebiet "Land-Ökologie" nahezu die einzig bedeutsamen Trägersysteme. Die beiden unterschiedlichen Arten der Bedingungen beziehen sich einerseits auf Forderungen technischer Art (z.B. Aufnahmemaßstäbe, Wiederholungsraten, Stereo-Aufnahmen, Geräte-Öffnungswinkel usw.), andererseits objektbedingter Art (Jahreszeit/phänologischer Zustand; Tageszeit/Beleuchtung; Streß; Existenz ökologischer Referenzaufnahmen usw.). Daß die Aufnahmen zu unterschiedlichen Terminen mit dem Ziel der Zeitvergleiche und Veränderungsnachweise ("Monitoring") sehr bedeutsam für viele Fragen sind, wurde bereits erwähnt. Ein in diesem Zusammenhang wesentlicher und potentiell sehr kostenaufwendiger Aspekt ist die Speicherung, Archivierung und langfristige Sicherung von Fernerkundungsdaten für Langzeituntersuchungen. Es wird schwierig sein, die Art der Datenauswahl, -aufbereitung und die Verantwortlichkeiten für die Archivierung solcher Datenbestände festzulegen.

Daß es nicht möglich ist, zusammengefaßte Empfehlungen mit Gültigkeit für verschiedene Anwendungsgebiete unmittelbar aufzustellen, sondern daß zunächst die speziellen Bedingungen der einzelnen Inventur berücksichtigt werden müssen, soll durch ein weiteres Beispiel aus dem Bereich "Wald und Forstwirtschaft" demonstriert werden. Wenn das Ziel "Waldschadensklassifikation mit Hilfe von Landsat-TM-Satellitendaten" erreicht werden soll, müssen alle wesentlichen Faktoren, die die Spektralsignaturen beeinflussen können, in Form von gesonderten Klassen bzw. Trainingsgebieten berücksichtigt werden. Allein für die Baumart Fichte in einem gebirgigen Gebiet kommt man auf eine sehr hohe Anzahl verschiedener Klassen und auf einen unvertretbar hohen Aufwand bei der Klassifizierung (siehe Abbildung 5, S. 91).

Abbildung 4
Die wichtigsten Prüfkriterien zur Aufdeckung von Defiziten und Herleitung von Empfehlungen
 (Beispiel: Anwendungsgebiet „Wald- und Forstwirtschaft“)



Empfehlungen, Defizite

Dieser Aufwand kann nur dann verringert werden, wenn es gelingt, die Zahl der Klassen zu vermindern, z.B. indem Informationen aus anderen Quellen als der Satellitenfernerkundung für Datenkorrekturrechnungen herangezogen werden. Es ist voraussehbar, daß Fernerkundungsanwendung bei komplexen, schwierigen Fragestellungen wie sie in der Landökologie eher die Regel als die Ausnahme sind, in naher Zukunft überhaupt nicht mehr ohne eine intensive Verknüpfung von Fernerkundungsdaten mit Zusatzdaten in Form geeigneter geographischer Informationssysteme (GIS) erfolgen wird.

Abbildung 5
Randeinflüsse auf die Spektralsignaturen und ihr Einfluß auf die Anzahl
der zu berücksichtigenden Klassen *)

Einflüsse auf die Spektralsignaturen von Fichten

Altersstufen	3
	*
Kronenschlußklassen	3
	*
Schadsymptome, Kronenstrukturklassen	4
	*
Schadsymptome, Vergilbungsklassen	3
	*
Bodenbedeckung	2
	*
Topographie, Geländebeleuchtungsklassen	6
	*
Mischungsformen	x
	*
Standortunterschiede	y
Anzahl der Klassen:	1 296 * x * y

*) Vgl. Förster (1988).

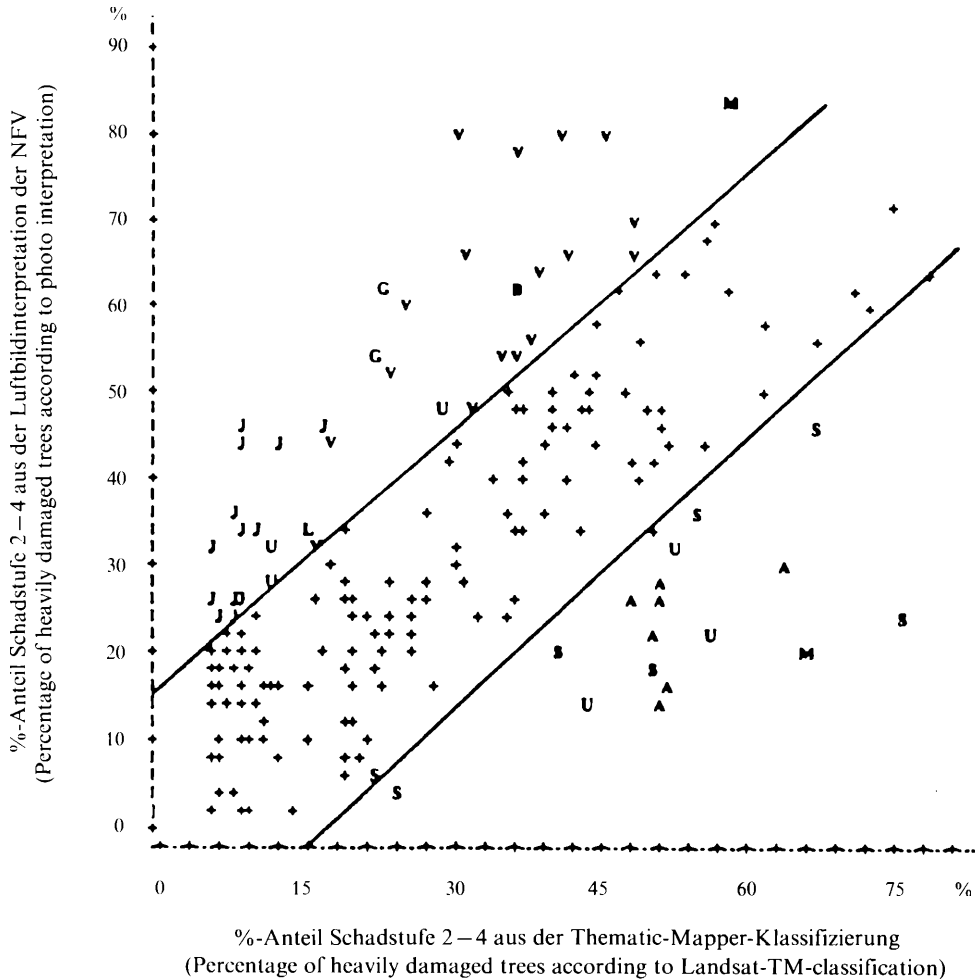
5 Verifizierung der Ergebnisse und Genauigkeitskontrollen

Für die meisten Anwendungsgebiete der Fernerkundung auf dem Sektor der ökologischen Forschung gilt, daß sich die mit Fernerkundung zu gewinnenden Informationen unterscheiden von den bei konventionellen Inventuren üblichen Maßeinheiten und Standards. Ein unmittelbarer Vergleich der Ergebnisse und der erzielten Inventurgenauigkeiten ist dadurch wesentlich erschwert und damit überhaupt auch die Einführung der Fernerkundung in die Praxis. Es ist außerordentlich schwierig, beispielsweise Fachleute der Waldschadenserhebung davon zu überzeugen, daß Maßeinheiten wie "Spektrale Vitalitätsgrade" verwendbar sein sollen und gar Vorteile gegenüber konventionell definierten Begriffen haben könnten. Fragen der Verifizierung und der vergleichenden Genauigkeitsbeurteilung ist bei der Forschung daher eine hohe Priorität einzuräumen. Ein weiteres Beispiel aus dem Anwendungsgebiet "Wald und Forstwirtschaft" soll das belegen (vgl. die Abbildung 6 (Förster 1988), S. 93).

Es ist nur selten möglich, eine großräumige Inventur einerseits auf der Basis der Satellitenfernerkundung, andererseits parallel dazu auf der Basis einer konventionellen Luftbildinterpretation miteinander zu vergleichen. Das Beispiel der Abbildung 6 vergleicht eine Inventur auf der Basis von CIR-Luftbildern, die von der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt durchgeführt wurde mit einer Satellitenklassifikation, die auf neu definierte Schädigungsklassen verzichtet und statt dessen einen gemeinsamen (flächenbezogenen!) Nenner mit der Vergleichsinventur gefunden hat (Anteil der Mittel und stark geschädigten Bäume pro Bestand). Der Bereich zwischen den ausgezogenen Linien gilt in dem akzeptablen Fehlerrahmen von $\pm 15\%$ als übereinstimmend beurteilt. Für zwei Drittel der Bestände trifft dies zu. Beim restlichen Drittel läßt sich größtenteils nachweisen, wegen welcher Randeinflüsse eine Fehlklassifikation erfolgt ist. Jungbestände werden aus den Satellitendaten tendenziell als zu gesund, Altbestände als zu stark geschädigt klassifiziert. Vergilbungssymptome werden von den Satellitensensoren nicht ausreichend registriert, die Art der Bodenbedeckung spielt eine erhebliche Rolle bei der Klassifikation in stärker aufgelichteten Beständen.

Solche Verifikationsergebnisse können auch dazu verwendet werden, die Auswertungsmethoden zu verbessern.

Abbildung 6
Beispiel für eine Verifizierung



+ = Übereinstimmung bei der
Bewertung innerhalb eines Fehler-
rahmens von $\pm 15\%$

Bei Abweichung von mehr als $\pm 15\%$:

J = junger Bestand
V = Vergilbung
G = vitale Bodenflora
L = Einmischung von Laubbäumen
S = Bestandsauflichtung, Äste, Streu
A = alter Bestand
M = Mischpixel
U = Ursache unbekannt

+ = maximum 15% variation

If more than $\pm 15\%$ variation:

J = young stand
V = chlorosis
G = vigorous grass
L = mixture of hardwood trees
S = open canopy, no grass
A = old stand
M = mixed pixels dominant
U = unexplained influences

Schlußfolgerungen

Als wichtigste Forderung des hier referierten und exemplarisch erläuterten Konzeptvorschlages für die Förderung der Fernerkundungsanwendung in der ökologischen Forschung wird die Schließung der bisher vorhandenen Kommunikationslücke zwischen der Technologieforschung und der ökologischen Forschung genannt. Neben vielen detailbezogenen Empfehlungen gibt es auch einige generelle Feststellungen, die für alle behandelten Anwendungsgebiete in vergleichbarer Weise gelten.

- Die Weiterentwicklung der Auswertungsmethodik ist vorrangig zu fördern vor der Verbesserung der Datenaufnahme.
- Auf dem Sektor der Datenversorgung wurde eine kontinuierliche Bereitstellung vergleichbarer Daten höher bewertet als laufende Innovation.
- Fragen der Datenverwaltung und -archivierung haben große Bedeutung.
- Die Verbindung von Fernerkundungsdaten mit "Zusatzdaten" in Form anwendungsbezogener Informationssysteme (GIS) hat große Bedeutung.
- Zeitvergleiche und Umweltüberwachung werden bisher stärker deklamiert als praktiziert. Zur Überwindung der auf diesem Gebiet noch existierenden Probleme sind vor allem Kalibrierungs- und Standardisierungsfragen zu lösen.
- Pilotprojekte werden empfohlen.

Literaturhinweise

Arbeitsgruppe "Fernerkundungsanwendung für das Forschungsgebiet Ökologie der Landoberflächen", (1990): Empfehlungen zur Forschungsförderung (im Auftrag des BMFT), 137 S., Bonn.

Förster, B., (1988): Untersuchung der Verwendbarkeit von Satelliten-Bilddaten (Thematic Mapper) zur Kartierung von Waldschäden. Dissertation, 186 S., TU Berlin.

Kenneweg, H., Förster, B., Runkel, M., Winter, R., (1989): Satellitendaten zur Waldschadenserfassung - wo liegen die Probleme? Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 160. Jg., 4, S. 73 - 76.

Kenneweg, H., Förster, B. und Runkel, M. (1989): Diagnose und Erfassung von Waldschäden auf der Basis von Spektralsignaturen. Kap. 5.6 in "DLR - Abschlußdokumentation: Untersuchung und Kartierung von Waldschäden mit Methoden der Fernerkundung", S. 142 - 161.

Das Regionale Bezugssystem des Statistischen Landesamtes Berlin

Vorbemerkung

Das Regionale Bezugssystem (RBS) ist als modular aufgebautes Instrument wiederum modularer Bestandteil des Berliner Statistischen Informationssystems (STATIS-Berlin), das zum besseren Verständnis zunächst ganz kurz erwähnt werden soll.

Der Name STATIS-Berlin des anfangs anders benannten Systems wurde bewußt gewählt in Anlehnung an den des Statistischen Informationssystems des Bundes (STATIS-Bund), um auch nach außen deutlich zu machen, daß abgestimmte Informationen sowohl bei der einen wie der anderen Stelle erhältlich sind. Neben dem RBS umfaßt STATIS-Berlin noch eine Anzahl weiterer Komponenten. Als vielleicht wichtigste seien genannt

- die MADB, die Makrodatenbasis des Statistischen Landesamtes, in der schwach aggregierte, nicht schutzwürdige Angaben nach einheitlichen Kriterien, systematisch und widerspruchsfrei gespeichert sind.
- MADBTAB als anwenderfreundliche Benutzeroberfläche über der Datenbank, die es gestattet, auch ohne spezielle DV-Kenntnisse problemlos Daten aus der MADB zu gewinnen.
- STAGRA, die Grafikumgebung zum Erzeugen wissenschaftlich nüchterner, turnusgemäß mit neuen Daten abrufbarer statistischer Grafiken, um zusätzlich zu den thematischen Kartierungen vielfältige Darstellungen statistischer Art erzeugen zu können.

Die MADB enthält Sachdaten und die notwendigen Informationen über die Daten (z.B. Texte). Sie fußt auf dem Datenbankverwaltungssystem ADABAS, das im Statistischen Bundesamt und in allen alten Bundesländern bis auf drei im Einsatz ist. Es wird darüber hinaus in vielen anderen statistischen Institutionen der Bundesrepublik Deutschland (z.B. Städtestatistische Ämter) und des Auslands eingesetzt (EURO-STAT, INSEE, INED, Australisches Statistisches Amt, Statistics Canada usw.).

Die Grafiksoftware des StaLa - die des RBS eingeschlossen - basiert auf GKS, dem grafischen Kernsystem, einer Software - Bibliothek auf Basis einer ISO-Norm, die gewährleistet, daß - wie übrigens auch das Datenbanksystem ADABAS zeigt - die Software ohne allzugroße Abhängigkeit zum Hersteller der jeweils in den Ämtern vorhandenen Hardware entwickelt werden kann.

^{*)} Prof. Dr. Eckart Elsner, Statistisches Landesamt Berlin.

^{**)} Statistisches Landesamt Berlin.

Abbildung 1
Die STAGRA-Grundmodelle

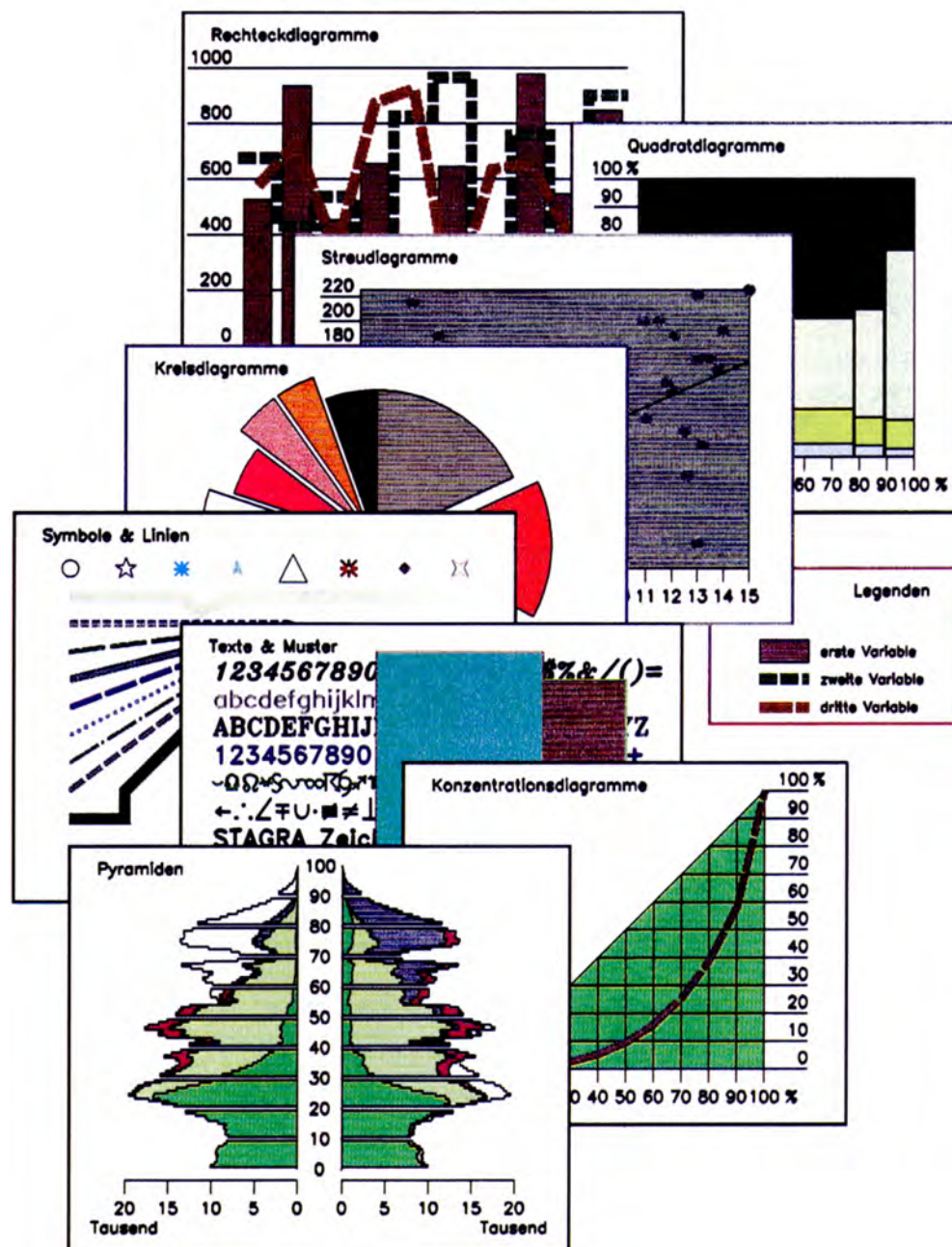
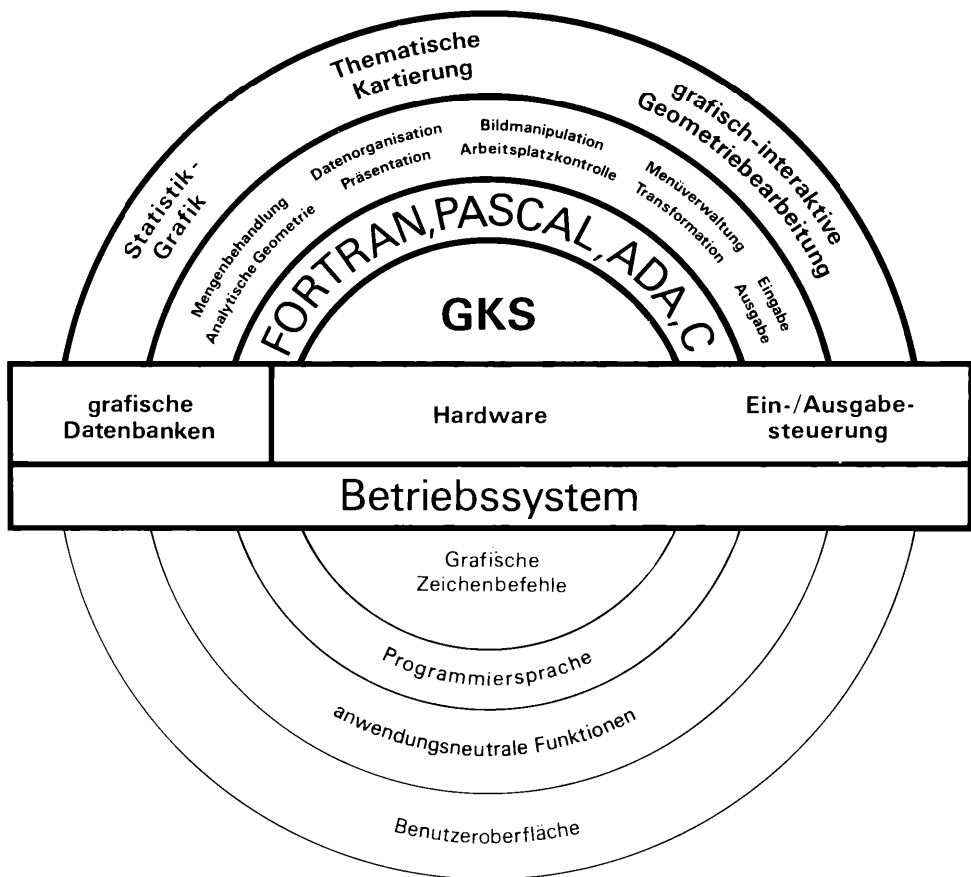


Abbildung 2
STATIS-Berlin: Einordnung des Graphischen Kernsystems (GKS)



Alle Komponenten von STATIS-Berlin ergeben zusammen ein Informationsinstrumentarium, das dem Anwender das Lösen seiner Probleme erleichtert und für das Amt den Vorteil hat, daß die Daten nach einheitlichen Kriterien gespeichert, abgerufen und aufbereitet werden können.

Das System zur Herstellung regionaler Bezüge

Der Herstellung des Regionalbezugs dient das RBS, ein Instrument, das nicht nur die Datenanalyse und Darstellung ermöglicht, sondern das auch erhebliche Rationalisierungseffekte erzielt. Es liefert einerseits

- maschinelle thematische Kartierungen statistischer Ergebnisse

und andererseits

- statistische Zuordnungen (z.B. Bildung neuer Bezugsräume oder maschineller Verschlüsselungen, etwa von Straßennamen),
- Hilfen zur Verwaltungsautomation (u.a. Bereitstellen eines amtlichen Adreßbestandes für das Einwohnermeldewesen, die Feuerwehr, die Polizei, die Stadtreinigung usw.).

Um eine thematische Karte erstellen zu können, müssen Sachdaten mit Geometriedaten verknüpft werden. Dies kann in Berlin mit Hilfe der drei Systeme des RBS realisiert werden:

1. SIDIG dient der Schaffung einer digitalen Kartengrundlage, seine Hauptaufgabe ist die grafisch-interaktive Geometriebearbeitung. Über ein grafisches Tablett können alle geometrischen und topologischen Basiselemente einer Karte erfaßt und zur späteren Darstellung in der Datenbank gespeichert werden. Bei dem Programmsystem handelt es sich um eine Eigenentwicklung des Statistischen Landesamtes Berlin auf der Basis von GKS (Level 2 b), also der bereits erwähnten standardisierten Grafik-Bibliothek. Es wird seit 1979 mit Erfolg eingesetzt.
2. Das Regionalinformationssystem REGIS. Es speichert in einer Datenbank alle für die Topographie und den Regionalbezug notwendigen Gliederungen, Koordinaten und sonstigen Informationen. All diese Schlüssel und Systematiken laufen wie die MADB unter dem herstellerunabhängigen Datenbankverwaltungssystem ADABAS. In ihm sind an generellen Bezugseinheiten beispielsweise gespeichert:

- 23 Bezirke,
- 81 Ortsteile,
- 195 Statistische Gebiete,
- 244 Verkehrszellen,
- 835 Verkehrsteilzellen,
- 2 841 Stimmbezirke,
- 10 055 Straßen,
- 18 432 Kreuzungen,
- 31 424 Straßenabschnitte,
- 132 005 Blöcke und
- 378 662 Grundstücks-(Haus-)Nummern

An speziellen Bezugseinheiten gibt es unter anderem:

- 469 Schuleinzugsgebiete,
- 80 000 abstrakte Rasterquadrate (100x100 m),
- 43 Feuerwachbereiche,
- 76 Briefzustellbezirke,
- 246 Evangelische Kirchengemeinden,
- 122 Katholische Kirchengemeinden,

- 19 Finanzamtsregionen,
- 1 603 Spielplatzversorgungseinheiten,
- 13 Bundestagswahlkreise,
- 7 Polizeidirektionen und
- 72 Sozialstationen

Es gibt eine Vielzahl weiterer gespeicherter Bezugstypen. Die hier beispielhaft angeführten sollen einen ersten Eindruck vermitteln.

3. Die Darstellung der Ergebnisse in Karten läuft über den dritten Baustein THEMAK. Dabei handelt es sich um ein mit Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft herstellerunabhängig auf der Basis von GKS im universitären Bereich entwickeltes Produkt zur thematischen Kartierung, das heute von der Firma GRAS vertreten wird. THEMAK ist - wie SIDIG und STAGRA - in portablen ANSI-FORTRAN 77 geschrieben. THEMAK ist heute auf Rechnern aller Größen bis hin zum Abteilungsrechner (UNIX) und zum MS-DOS-PC verfügbar. Es stellt die unterschiedlichsten Kartentypen zur Verfügung, so daß es für Analysen aller Art geeignet ist.

Die Entwicklung der Darstellung regionaler Bezüge

Das RBS des Statistischen Landesamtes Berlin hat eine relativ lange Vorgeschichte. Basierend auf dem für die Gebäude- und Wohnungszählung 1968 entwickelten und dann bei der Volkszählung 1970 zum zweitenmal eingesetzten Straßen- und Hausnummernschlüssel wurde bereits 1974 im Rahmen von STATIS-Berlin mit dem Aufbau begonnen. Eine einheitliche Systematik als regionale Referenz war damals deshalb unverzichtbar, weil erst die beliebige Verknüpfung der räumlichen mit den fachstatistischen Daten eine flexible Regionalisierung der Fach- und Planungsdaten für unterschiedlichste Anwendungen ermöglicht und nur über räumliche Abgrenzungen brauchbare Erkenntnisse über regionale Sachverhalte zu gewinnen sind.

Abbildung 3
Schichtenorientiertes Speichern im Geographischen Informationssystem
am Beispiel des regionalen Bezugsraumes Berlin (West)



Basisnetz

Blockstruktur der Wohn-, Grün-, Wasser-, Ufer- und Bahnblöcke (t_1, t_2, \dots, t_n)

Grenznetz

Verwaltungsgrenzen von Bezirk, Ortsteil, Statistischem Gebiet, Verkehrszelle
 Spezielle Grenzen wie Mittelbereiche, Schulinzugs-, Feuerwehr- und Kontaktbereiche sowie Wahlkreis- und Stimmbezirkgrenzen u.a. (t_1, t_2, \dots, t_n)

Topographie

Gewässer-, Grün- und Straßeninnenflächen (t_1, t_2, \dots, t_n)

Verkehrsnetz

Straßennetz mit Straßen- und Autobahnabschnitten sowie Kreuzungen
 ÖPNV-Netz mit Bus-, U-Bahn- und S-Bahnlinien (t_1, t_2, \dots, t_n)

Objekte

Schulen, Kindergärten, Spielplätze, Bahnhöfe, Polizei- und Feuerwachen, Post- und Verwaltungsstellen u.a. (t_1, t_2, \dots, t_n)

Vermessung

Festpunktfeld, Flurstücksgrenzen, Gebäudegrundrisse u.a. (t_1, t_2, \dots, t_n)

Leitungskataster

Elektrizität, Gas, Wasser, Abwasser, Telefon (t_1, t_2, \dots, t_n)

... Planungen

Flächennutzungsplan, Bereichsentwicklungsplan, Landschaftsplan, Artenschutzprogramm, Gewässer- und Umweltschutz u.a. (Alternativen 1, 2, ..., n)

Abbildung 4
Ausschnitt aus der mit SIDIG aufgenommenen Planaussage zum Flächennutzungsplan
in digitalisierter Form
 (Hier: Detail aus dem Berliner Bezirk Spandau im FNP 84)



Abbildung 5
Kartenausschnitt mit verschiedenen gleichzeitig dargestellten Ebenen
 (Hier: Blockgrenzen, Gebäuden, Blockmittelpunkten, Flurstücksgrenzen, Straßenmittellinien)



Der Aufbau des RBS vollzog sich bis zum heute erreichten Stand in etwa drei Entwicklungsstufen. In der ersten Stufe waren die Entwicklungen durch pragmatisch orientierte Arbeiten gekennzeichnet. Neben der als ISAM-Lösung geführten Adreßdatei gab es für grafische Aufbereitungen zunächst einzelne auf die Kartierung über den Schnelldrucker ausgerichtete Koordinatendateien. Die Fortschreibung lief über kommandoorientierte Programme im Batch-Verfahren. Dies führte einerseits zu parallel ablaufenden, gleichartigen Arbeitsvorgängen bei der Dateipflege, zum anderen zur Doppelspeicherung von Daten mit der ständigen Gefahr inhaltlicher Diskrepanzen ein- und desselben Zeitstandes.

Hinzu kamen zunehmend Anforderungen, die sich mit den vorhandenen und nebeneinander geführten Dateien und Programmen inhaltlich nicht erfüllen ließen. Sie führten zur nächsten Stufe der technischen Entwicklung. Das Entstehen von Datenbanken und die Verfügbarkeit von grafischen Zeichengeräten ließ Ende der siebziger Jahre ein erstes Integrationskonzept für die bis dato nebeneinander existierenden Einzelanwendungen entstehen. Insbesondere konnten über die Datenbanklösung unter ADABAS Probleme der Datenkonsistenz bei gleichzeitiger Aktualisierung mehrerer Dateien (beispielsweise Adreß- und Straßendatei) gelöst werden. Für den Bereich der grafischen Darstellung wurden über SINETZ (basierend auf dem Geocode-System des Vereins der Bundesländer DATUM e.V.) erstmals die Koordinaten der topografischen Grundstruktur der Stadt erfaßt, in stark generalisierter Form, aber in dem für Berlin gültigen Soldner-Koordinatensystem. Datenbanklösung (numerische Komponente) und Geocode-Netz (grafische Komponente) existierten weiterhin parallel nebeneinander. Nachteile des Geocode-Systems waren einerseits das unübersichtliche planare Netz, in das sämtliche Geometrien zu pressen waren, andererseits die weiterhin viel zu komplizierte numerische Fortschreibung der Geometrien über kommandoorientierte Programme im Batch-Verfahren.

Bis zu diesem Zeitpunkt lag der Schwerpunkt der Entwicklung eindeutig beim Aufbau des numerischen Schlüsselsystems als Basis für Regionalisierungen. Mit einem schnell voranschreitendem Technisierungsgrad insbesondere im Grafik-Bereich trafen ab 1984 zunehmend Lokalisationsfragen in den Vordergrund. Die numerisch geführten Bezugsräume sollten grafisch-interaktiv von ihrer Lage her dargestellt werden können. Dazu war es notwendig, die in analogen Karten geführten regionalen Gliederungen in digitaler Form schneller als bisher und vor allem möglichst originalgetreu mit allen Koordinaten im Rechner zu speichern.

Das Regionale Bezugssystem heute

Resultierend aus diesen inhaltlichen Anforderungen konnte ab 1985 die dritte Entwicklungsstufe für das RBS in Angriff genommen werden. Die neue Generation sollte entsprechend den technischen Möglichkeiten sowohl für die numerische als auch grafische Fortschreibung der regionalen Bezüge einen interaktiven Betrieb ermöglichen und so offen und modular konzipiert sein, daß ggf. nur einzelne Bausteine völlig neu entwickelt werden müssen. Nur das Baukastenprinzip garantiert, daß einzelne, auf Stan-

dards (beispielsweise GKS und ADABAS) aufsetzende Teile bei Bedarf ausgetauscht werden können.

Für den Bereich der Geometriebearbeitung konnte mit der Entwicklung von SIDIG auf der Basis des Grafischen Kernsystems ein Instrument für das moderne interaktive Aufnehmen der Koordinaten bereitgestellt werden. Die Offenheit des Systems ist über ein Schichtenmodell und ein Lade-Modul (GEO-FORT) für die direkte Verknüpfung von SIDIG und REGIS (Datenbank) garantiert.

Als Instrumente für das Bearbeiten der numerischen Komponenten des Regionalen Bezugssystems konnten auf der Basis von ADABAS/NATURAL Fortschreibungs-Module für Adressen (ADR-FORT), Straßen (STR-FORT), Objekte (OBJ-FORT), Kreuzungen (KRZ-FORT) und Straßenabschnitte (SAB-FORT) erstellt werden. Neben den Schnittstellen zu den Datenbeständen in Archiven sowie der Software für Plausibilitäten und Protokolle wurden Ausgabeschnittstellen für Daten (DAT-AUSGABE), Listen (LIST-AUSGABE) und Geometrien (GEO-AUSGABE) aufgebaut. Auch an die Verbindung zwischen SIDIG und STAGRA ist gedacht worden.

Dieser konzeptionelle integrierte Ansatz hat zu erheblichen Qualitätssteigerungen im RBS geführt. Beispielsweise können heute über die Grundstückseingangskordinaten beliebige Bezugsräume (Planquadrate, Kartenblätter, etc.) maschinell fortgeschrieben werden.

Die Wirksamkeit der zugrundeliegenden Philosophie wurde kürzlich bewiesen: Die historisch gewachsenen Hardware-Strukturen (Datenbankbetrieb auf IBM-Großrechner und interaktiv-grafische Koordinatenbearbeitung auf VAX-Rechnern) hatten zu erheblichen Problemen in der Ablauforganisation geführt, diese konnten aber wegen der Herstellerunabhängigkeit der Software gelöst werden. Dank der Portabilität läuft REGIS heute nicht mehr auf einer IBM, sondern auf einem speziell für diese Aufgabe dedizierten VAX-Rechner.

Zusammenfassung

Das RBS hat inzwischen einen weit über die Statistik hinausgehenden Kreis von Anwendern in der Verwaltung und hilft als Vielzwecksystematik mittelbar und unmittelbar Kosten zu sparen, indem es in Berlin für die Wahrung der Einheitlichkeit und zeitlichen Vergleichbarkeit regionaler Bezüge sorgt und regelmäßig einen amtlichen Straßen- und Adressenbestand bereitstellt (wöchentliche Änderungsprotokolle für die bezirklichen Einwohner- und Vermessungsämter sowie die Feuerwehr und die Energiegesellschaft, BEWAG, monatliche Gesamtlieferung an die Bauverwaltung u.a.). Es liefert einheitliche und fehlerfreie Zuordnungen beim Aufbau und Betrieb automatisierter Register und stellt Verfahren der Verwaltung mit regionalem Bezug sicher (wöchentlicher Änderungsdienst auf Datenträger für das Einwohnerwesen, die Einsatzleitsysteme der Polizei und Feuerwehr, die Tourenplanung der Berliner Stadtreinigung, jährliche Lieferung auf Disketten für die Frauen- und Jugendverwaltung).

Abbildung 6
STATIS-Berlin: Klassifizierung von Statistik-Grafiken

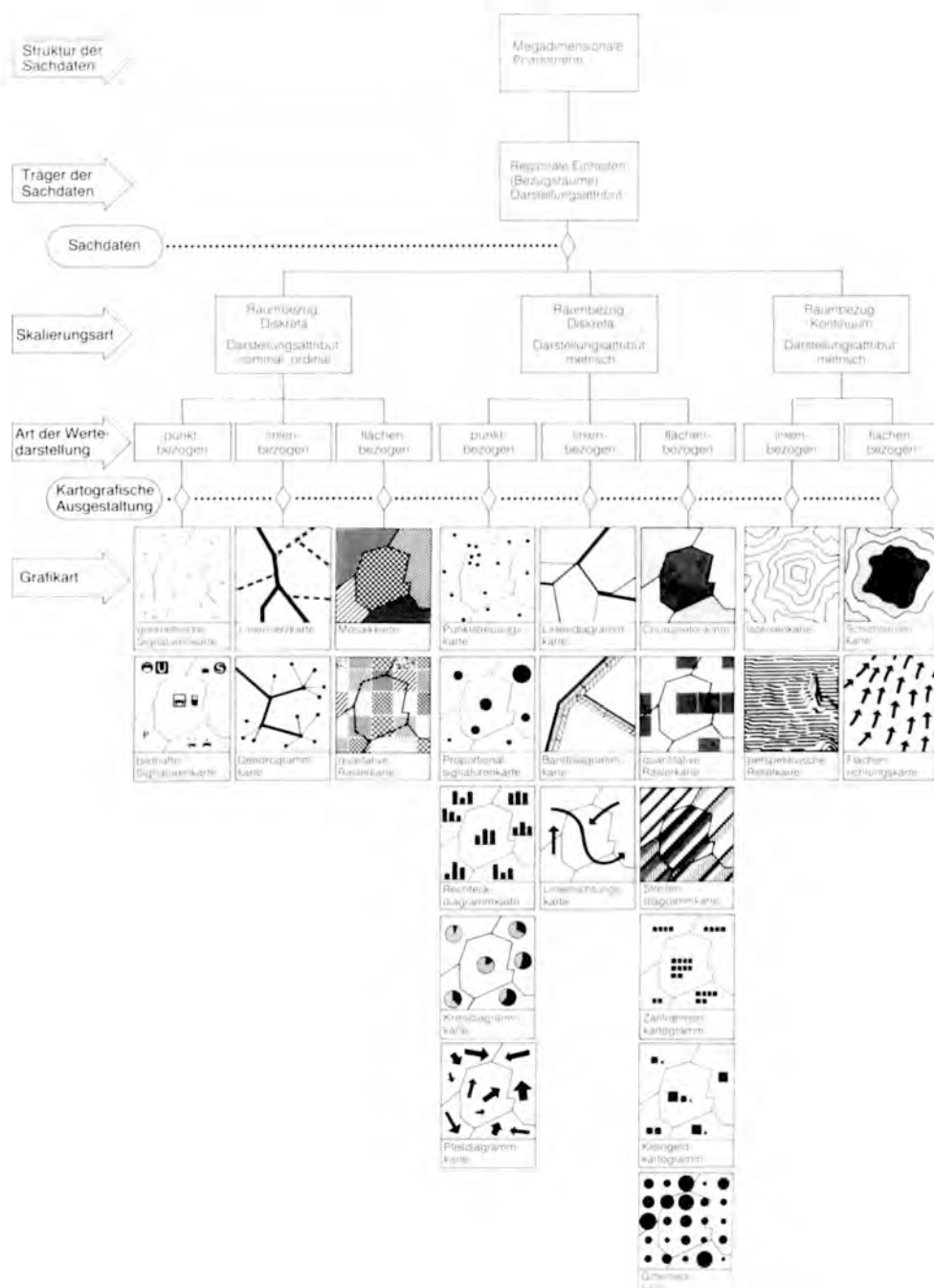


Abbildung 7
Gesamtstichproben zum Mikrozensus in Berlin (West) 1990

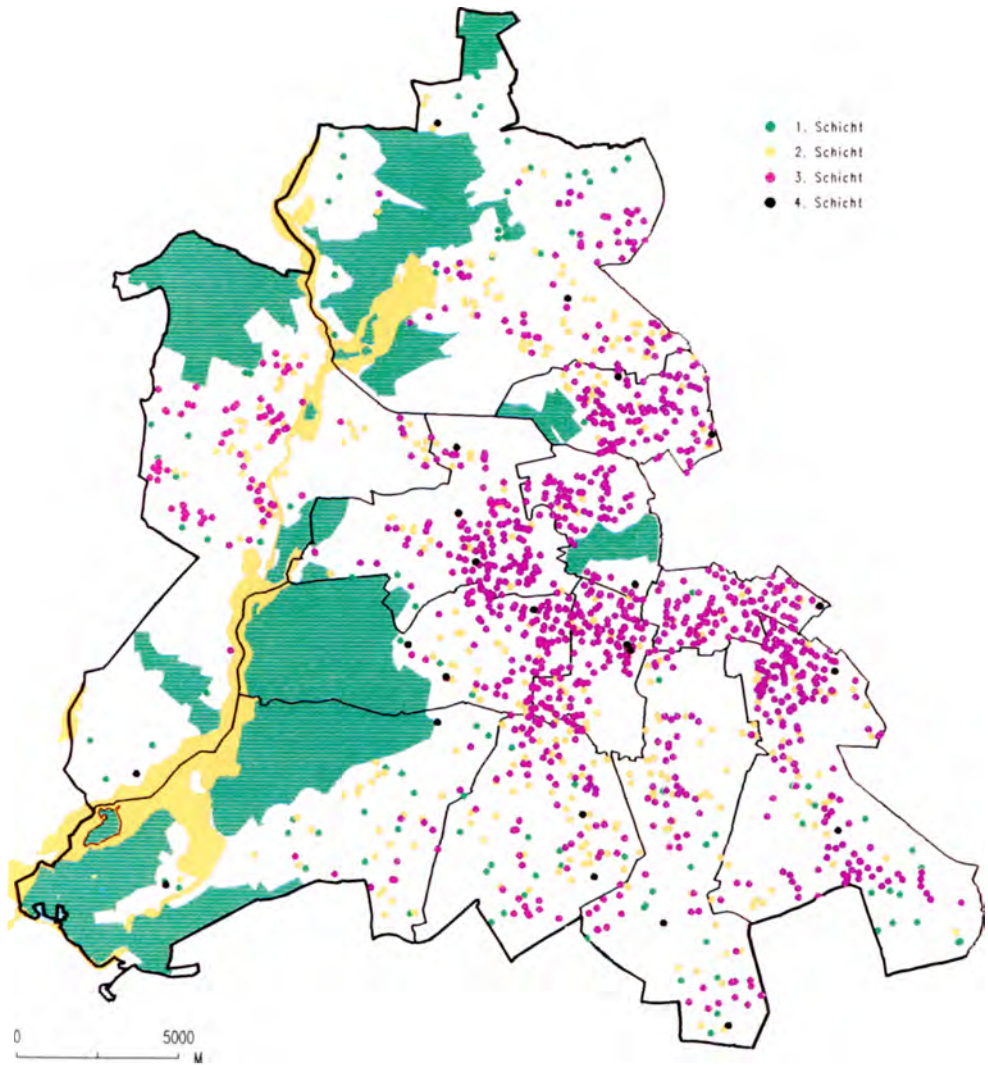
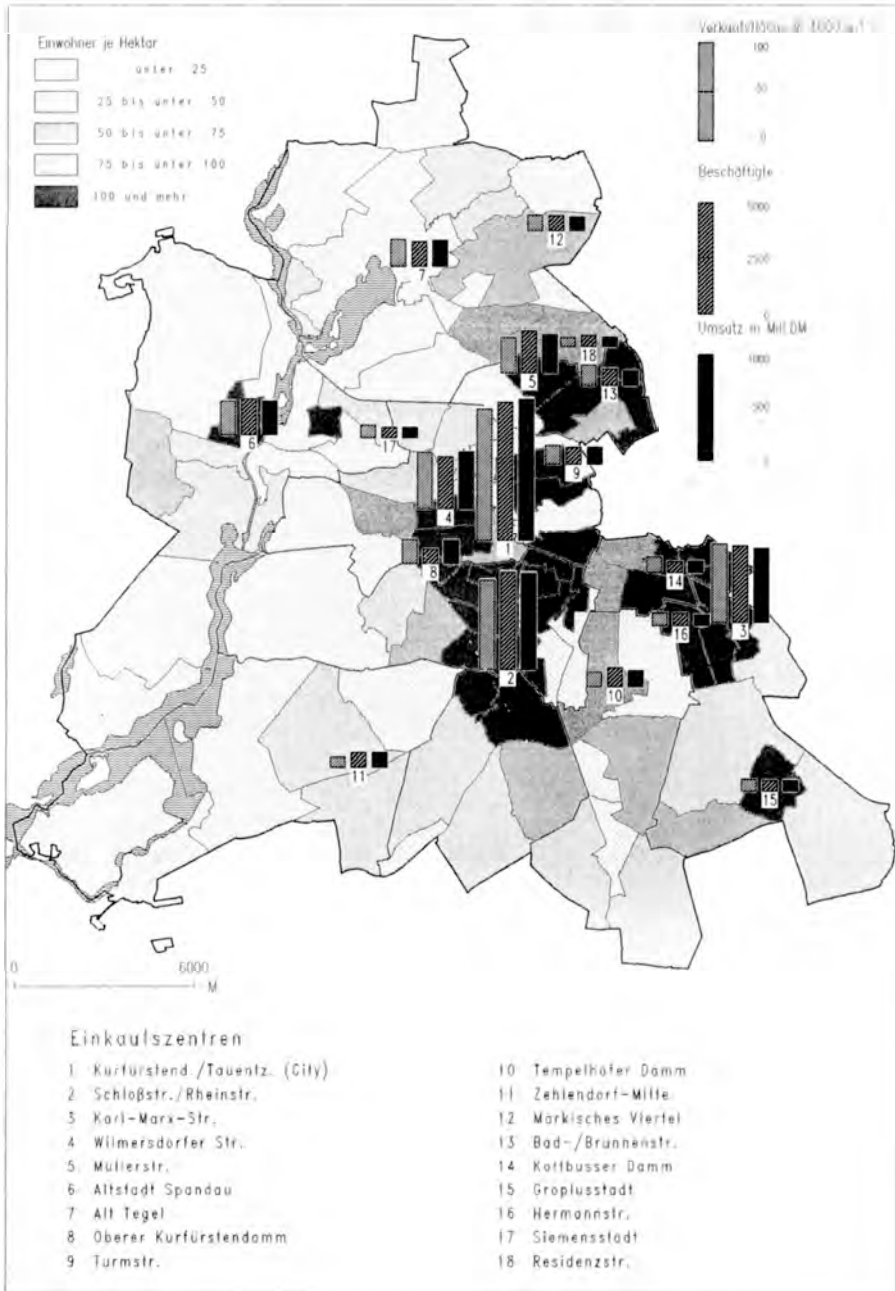
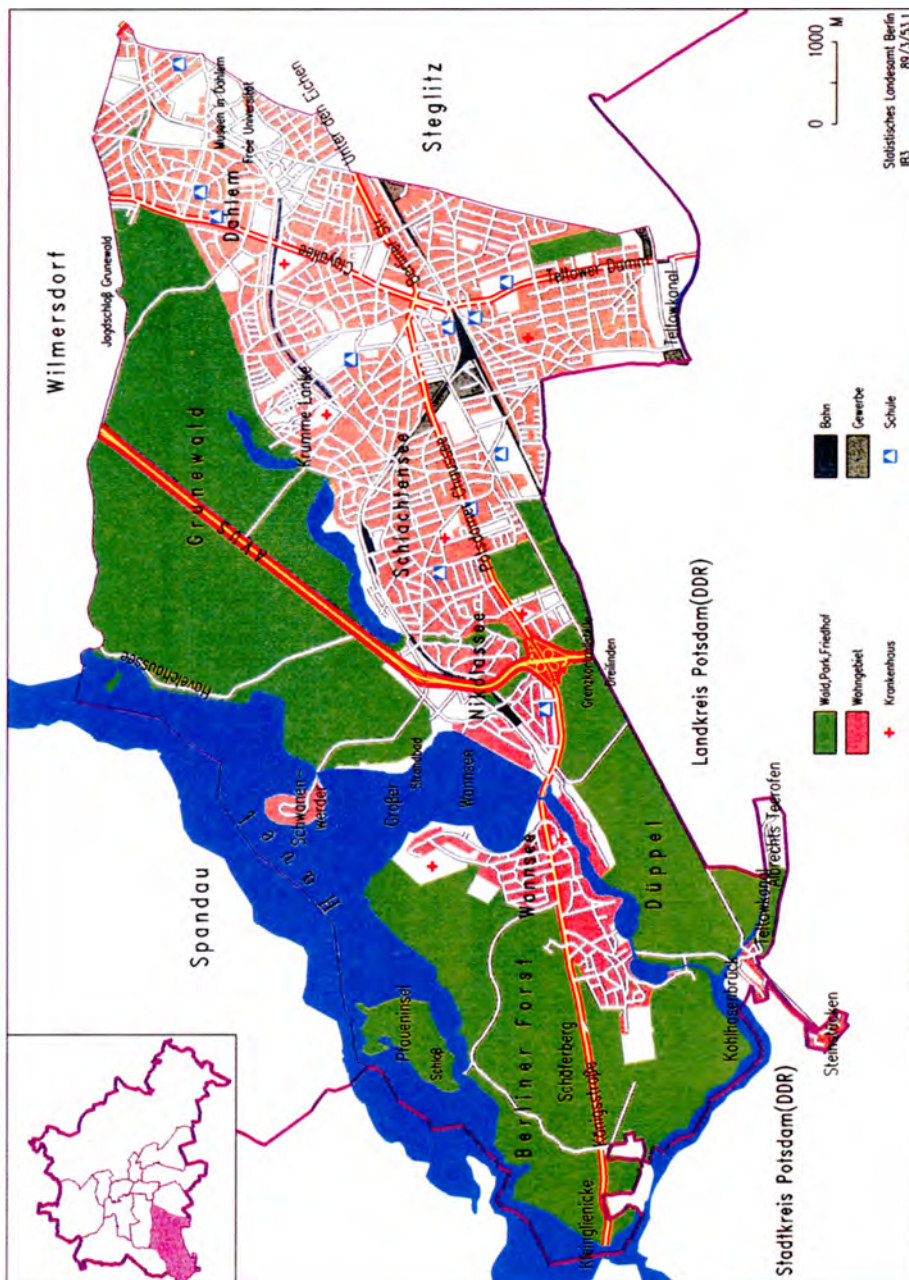


Abbildung 8
Verkaufsfläche, Beschäftigte und Umsatz in den Ladengeschäften ausgewählter Einkaufszentren am 29. März sowie Einwohnerdichte der statistischen Gebiete am 31. Dezember in Berlin (West) 1985 ¹⁾



¹⁾ Umsatz 1984

Abbildung 9
Beispiel: Südwesten Berlins



Außerdem liefert es der Verwaltung und der Wirtschaft einheitlich digitalisierte Geometriedaten für eine Vielzahl von Bezugsräumen (beispielsweise die Digitale Grundkarte mit Blockstrukturen und Verwaltungsgrenzen an die Umweltverwaltung, für deren grafische Anwendungen oder Kreuzungs- und Straßenabschnittskordinaten für das Einsatzleitsystem der Polizei).

Die permanente Zusammenarbeit und Rückkopplung zwischen der Statistik, Wirtschaft, Fachverwaltungen und Planern ist einerseits Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit und Qualität des Regionalen Bezugssystems, zum anderen werden die Interessen aller Beteiligten berücksichtigt, und es wird unnötige Doppelarbeit vermieden.

Literaturhinweise

Nölte, D., Voss, H. (1987): Entwicklungsstand und Perspektiven der Makrodatenbasis des Statistischen Informationssystems Berlin. Nachdruck aus "Berliner Statistik", Monatsschrift, Hefte 6 bis 9, 2. Auflage, Berlin.

Wunderlich, H. (1988): Das Statistik-Grafiksystem STAGRA, "Berliner Statistik", Monatsschrift, Heft 3, S. 61.

Kopp, N. (1987): STATIS-Berlin: Konzeption für den Einsatz eines interaktiven Grafiksystems Teil 1 bis 3. "Berliner Statistik", Monatsschrift, Heft 6, S. 124, Heft 10, S. 258 und Heft 11, S. 296.

Hoffmann, J. (1989): Grafisch-interaktive Geometriebearbeitung mit SIDIG. "Berliner Statistik", Monatsschrift, Heft 6, S. 106.

Flächenschätzungen für einjährige Feldfrüchte mit Hilfe der Fernerkundung

Keywords: Remote Sensing, Agricultural Statistics, High Resolution Satellite Images, Area Frame Sampling, Stratification, Supervised Classification, Regression Estimator, Crop Area Estimation.

Einleitung: Ein Überblick über das Pilotprojekt "Nutzung der Fernerkundung für die Agrarstatistik"

Seit 1972 der erste LANDSAT-Satellit in Umlauf gebracht wurde, sind Satellitenbilder vielfach verwendet worden, um unterschiedliche Bodennutzungen zu differenzieren und zu kartieren, obwohl schon seit mehreren Jahren Projekte in den USA, Kanada, und verschiedenen europäischen Ländern durchgeführt werden (Chhikara et al. 1986; Goulet 1990; Consorzio ITA 1987; Allen et al. 1988; Porchier 1990).

Die Europäischen Gemeinschaften haben 1988 ein wichtiges Projekt für die Nutzung der Fernerkundung in der Agrarstatistik vereinbart. Dieses Projekt ist für 10 Jahre vorgesehen und sein Finanzierungsplan ist zunächst für 5 Jahre (bis zum Ende 1993) festgelegt. Das Projekt soll operationelle Anwendungen entwickeln und verbessern und zwar mit den Techniken, die schon bestehen. Die Entwicklung von ganz neuen Basismethoden ist hierbei nicht beabsichtigt. Im Institut für Angewandte Fernerkundung wurde eine Arbeitsgruppe aufgestellt, um die Entwicklung des Projektes zu ermöglichen. Diese Gruppe bestimmt die Methoden und wertet die Ergebnisse aus, aber meistens wird die Arbeit von privaten Unternehmen oder öffentlichen, nationalen oder regionalen Organisationen der EG Länder unter Vertrag ausgeführt. Ein wichtiger Teil des Projektes ist die wirtschaftliche Bewertung der entwickelten Methoden.

Das Projekt wurde in 7 Teilaktionen aufgegliedert. Die wichtigsten Aktivitäten stellen die 4 ersten Aktionen dar:

- 1) Regionale Bestandsaufnahme.
- 2) Bodenbeobachtungen der Vegetation, Ertragsindizes.
- 3) Modelle zur Erntevorhersage.
- 4) Schnelle Abschätzung von Flächen und Erträgen in der EG.
- 5) Fortgeschrittenes Landwirtschaftsinformationssystem.
- 6) Flächenerhebungen über Stichprobenverfahren.
- 7) Langzeitstudien.

*) Institut für Angewandte Fernerkundung, Ispra (Varese).

Das Hauptwerkzeug der Aktion 2 sind geringauflösende NOAA-AVHRR Bilder (ca. 1 x 1 km Bodenauflösung). Das wichtigste Ziel dieser Teilaktion für 1990/91 ist eine nutzerfreundliche, schnelle Vorverarbeitungs-Software für diese Bilder zu entwickeln. Danach werden thematische Untersuchungen unternommen.

In Aktion 3 werden agrometeorologische Modelle entwickelt, andere Angaben (wie z.B. Pollen) werden miteinbezogen. Diese Modelle werden derzeit ohne Zuhilfenahme der Fernerkundung erarbeitet. Nur in einer weiteren Entwicklungsstufe werden einige Eingabegrößen von Satellitendaten ersetzt.

Die Teilaktionen von 1 und 4 benutzen hochauflösende Satellitenbilder (20 m x 20 m oder 30 m x 30 m Bodenauflösung) und ihre Hauptziele sind Flächen- und Ertrags-schätzungen. Dieser Bericht stellt eine kurze Zusammenfassung der Methoden von Teilaktion 1 sowie ein Überblick über Teilaktion 4 vor.

1 Regionale Bestandsaufnahme: Flächenschätzungen

Das Ziel ist eine Methode zu bewerten und zu verbessern, um Flächen und Erträge der Hauptanbaukulturen in mittelgroßen Regionen in der EG zu schätzen. Fünf Regionen zwischen 20 000 und 50 000 km² werden in diesem Jahr untersucht (siehe die Abbildung, S. 112): Bayern - Oberpfalz und Niederbayern - (Gangkofner et al. 1990), Centre und Ile de France in Frankreich, Emilia Romagna in Italien, Castilla-Léon (Burgos, Palencia, Valladolid und Zamora) in Spanien und Makedonia (Kentriki-Dytiki) in Griechenland.

Dabei liegt die Priorität bei folgenden Feldfrüchten (sog. "Crops of Interest"): Weichweizen, Hartweizen, Raps, Hülsenfrüchte, Sonnenblumen, Mais, Baumwolle, Tabak, Zuckerrüben, Kartoffeln, Reis und Soja.

Diese Aktion besteht aus zwei unterschiedlichen Teilen. Der erste Teil bezieht sich auf die flächenbezogene Bodenerhebung, deren Ergebnisse im Juli zur Verfügung stehen. Im zweiten Teil werden die Ergebnisse der ersten mit Hilfe von hochauflösenden Satellitenbildern verbessert. Diese Ergebnisse stehen im September bis November zur Verfügung.

1.1 Flächenbezogene Bodenerhebung

Die Grundeinheiten der Bodenerhebungen sind quadratische Flächen mit einer Kantenlänge von 700 m (sog. Segmenten), die aus einem Flächennetz in einer Geographischen Projektion entnommen worden sind. Eine erste à priori Stratifizierung wird auf Grund von früheren zur Verfügung stehenden Informationen gemacht, wobei Satellitenbilder miteinbezogen werden. Bisher haben wir 6-10 Strata für eine Region von etwa 20 000 km² verwendet. Nach unseren heutigen Berechnungen wäre es wahrscheinlich besser mit zwei Stratifizierungsebenen zu arbeiten: 3 oder 4 große Strata mit unterschiedlichen Stichprobenverhältnissen, und mit einer größeren Menge (20-30 Strata),

um die Ergebnisse der Bodenerhebung zu berechnen. Diese zweite Stratifizierung könnte für jede Feldfrucht verschieden sein. Wenn diese Methode operationell werden sollte, müßte sie fast automatisch ausgeführt werden können.

Die Stichprobe hat etwa 400 Segmente in einer Region von 20 000 km². Sie wird in Blöcken von 16 x 16 Segmenten gewählt. Das durchschnittliche Stichprobenverhältnis ist etwa 1 %. Einige nichtlandwirtschaftliche Zonen werden nicht jedes Jahr untersucht.

Jedes Segment wird mit Hilfe einer Topographischen Karte und einem Luftbild (Maßstab 1 : 30 000) lokalisiert und untersucht (eventuell zweimal), wobei "untersucht" bedeutet, daß die Feldgrenzen auf einem durchsichtigen Blatt von einem Luftbild (Maßstab 1 : 5 000) hochgezeichnet werden. Die Bodennutzung jedes Feldes wird in ein Formular nach einer bestimmten Nomenklatur übertragen. Die linearen Elemente unter 20 m (Straßen usw.) werden nur als Grenze betrachtet.

Die Fläche jeder Parzelle wird durch Digitalisieren der Hochzeichnungen berechnet. Die Fläche S_{ic} der Bodennutzung c in dem Segment i wird mit klassischen Formeln für stratifizierte Erhebungen geschätzt. Die Berechnung erfolgt nicht direkt an S_{ic} , sondern erst bei dem Verhältnis $Y_{ic} = S_{ic}/S_i$, damit wird die Varianz kleiner, wenn die Fläche der Segmente nicht genau 49 ha groß ist. Von hier ab kann man die Rechnungen für jede Bodennutzung trennen (der Index c wird nicht mehr berücksichtigt). Wir nennen n_h , N_h die Anzahl der Segmente der Stichprobe und der Gesamtmenge, und D_h nennen wir die gesamte Fläche des Stratum h :

$$\text{Verhältnis } \bar{y}_h = (1/n_h) \sum_i y_i \quad \bar{y} = (1/N) \sum_h N_h \bar{y}_h$$

$$\text{mit Varianz } V(\bar{y}_h) = (1-n_h/N_h) (1-n_h) \sum_i (y_i - \bar{y}_h)^2$$

$$V_{st} = v(\bar{y}) = (1/n^2) \sum_h N_h^2 V(\bar{y}_h) \quad (1)$$

$$\text{Fläche } \hat{S}_h = D_h \bar{y}_h$$

Wenn wir die Strata nach dem Stichprobenverfahren einsetzen (Post-Stratifizierung), wird die Varianz (Cochran, 1977):

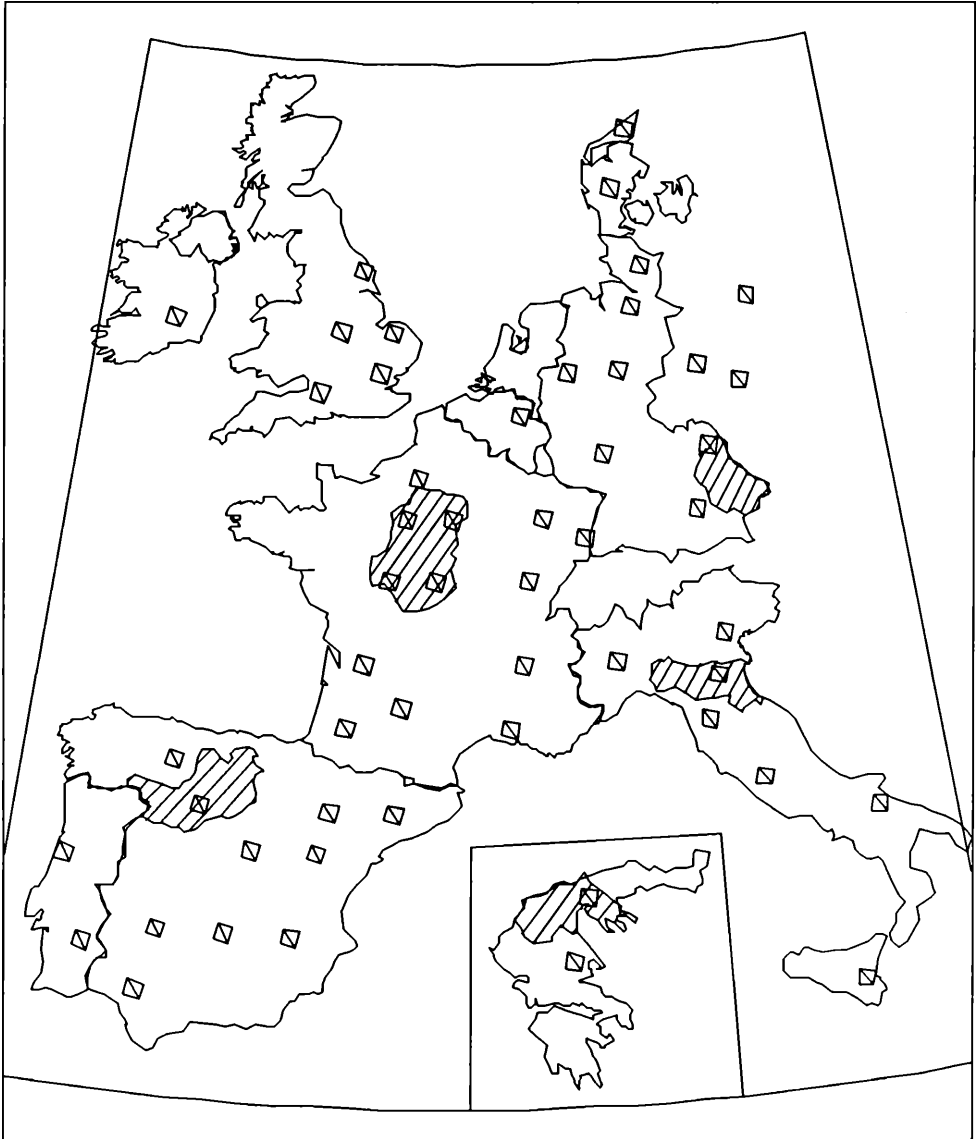
$$V(\bar{y}_{post}) = V_{st} + (1/m^2) \sum_h (1-(N_h/N)) V(y_h)$$

Eine Bodenerhebung ohne Stratifizierung hätte eine Varianz erlangt, die wie die folgende V_{ran} geschätzt wird:

$$V_{ran} = \frac{(N-n)}{n(N-1)} \left\{ \frac{1}{N} \sum_h \frac{N_h}{n_h} \sum_i (y_{hi}^2 - \bar{y}_{st}^2 + \text{var}(\bar{y}_{st})) \right\} \quad (2)$$

Die relative Effizienz der Stratifizierung ist das Verhältnis von beiden Varianzen $\text{Effstr} = V_{ran}/V_{st}$. Eine Effizienz der Stratifizierung von 2 bedeutet, daß man ohne Stratifizierung eine doppelte Stichprobe untersuchen sollte, um dieselbe Varianz zu erlangen.

Abbildung
Testregionen (Aktion 1) und Testfläche (Aktion 4)



Die folgende Tabelle 1 zeigt die relativen Effizienzen, die in 1989 erlangt wurden. Sie sind im allgemeinen relativ niedrig, obwohl etwas besser als die von 1988. Die Stratifizierung sollte also noch verbessert werden. Die Bildklassifikation der vorherigen Jahre und geringauflösende Bilder des jeweiligen Jahres können die Hauptwerkzeuge für diese verfeinerte Stratifizierung sein.

Tabelle 1: Relative Effizienzen der Stratifikation von 1989

	Makedonia	Centre und Ile de France	Bayern	Emilia Romagna	Castilla- Léon
Weichweizen	1.39	1.44	2.37 ¹⁾ 0.60 ²⁾	1.37	1.15 ¹⁾ 1.29 ²⁾
Hartweizen	1.49	1.50		1.20	
Gerste	1.29	1.10	1.41 ¹⁾ 0.89 ²⁾	1.13	1.42 1.26
Hülsenfrüchte	1.72	1.21	1.31	1.04	1.18
Raps		1.08	1.28		
Weinberge	1.46	1.28		1.11	0.97
Mais	1.99	1.04	1.17	1.21	1.88
Reis	6.27			1.01	
Kartoffeln	1.10	0.98	1.35	1.03	1.18
Zuckerrübe	1.99	1.17	2.77	1.58	1.23
Sonnenblumen	1.09	1.20			1.00
Tabak	1.60				
Baumwolle	2.47				
Soja				1.18	

1) Winter.

2) Sommer.

Je größer die Fläche einer Anbaukultur ist, desto besser ist die relative Präzision. Mit diesen Daten und denen von 1988 wurden diese Regressionen angepaßt (Delincé 1990):

$$\log(\text{ST}) = -0.20 + 0.56 * \log(\text{S}) \quad \text{mit } r^2 = 0.91,$$

$$\log(\text{CV}) = 1.22 - 0.44 * \log(\text{S} * 100 / \text{ST}) \quad \text{mit } r^2 = 0.87,$$

wobei ST und CV die Standardfehler und Variationskoeffizienten in Prozenten für \hat{Y} und S, ST die Flächen der Anbaukulturen und die gesamte Fläche (in Tausend ha) sind. Die Logarithmen sind dezimal ausgedrückt. Sie geben einen nützlichen Hinweis

über die Präzision, die man in einer Region von 20 000 km² erwarten kann. Wenn die Größe der Region mit k² multipliziert wird, wird ST mit k multipliziert und CV durch k dividiert.

1.2 Verbesserung der Schätzungen durch Satellitenbilder

SPOT-SX oder LANDSAT-TM Bilder wurden in einem möglichst geeigneten Zeitintervall erworben. Dieser Zeitintervall hängt jeweils vom örtlichen Anbaukalender ab. Man kann zu gleicher Zeit nur mit einem Bild oder Bildern desselben Datums und desselben Sensors arbeiten, deshalb muß man eine neue Stratifizierung einführen, die wir "Neo-Stratifizierung" nennen, und bei der jedes Stratum im selben Bild liegt. Eventuell wird ein Stratum aus dem Land für das kein verwendbares Bild zur Verfügung steht (Flächen außer der Satellitenszene oder mit Wolken) eingesetzt, dabei sollten auch die Schattenwürfe der Wolken berücksichtigt werden.

Die Bilder werden geometrisch zu einer kartographischen Projektion korrigiert. Dafür werden Kontrollpunkte auf einer Karte und auf dem Bild lokalisiert. Es ist auch möglich verschiedene Filter anzuwenden.

1.2.1 Klassifizierung der Satellitenbilder

Pixel (Bodenelemente) werden als Trainingsbereiche ausgewählt, deren Bodennutzung bekannt sind. Damit wird eine überwachte Klassifikation ausgeführt, am häufigsten durch eine "Maximum Likelihood" Klassifizierung.

Vor der überwachten Klassifikation ist es oft empfehlenswert einen "Pre-Clustering" durchzuführen, um 2-4 Klassen aus jeder Bodennutzung zu erlangen. Sie werden nach der Klassifikation wieder verbunden.

Eine "Confusion Matrix" erlaubt eine erste Beurteilung der Klassifikationsqualität. Sie nennt die Zahlen der Pixel von Klasse c die als Klasse c' klassifiziert wurden. Die folgende Tabelle 2 (siehe S. 115) zeigt ein Beispiel einer "Confusion Matrix", in der etwa 70 % der Pixel richtig klassifiziert wurden.

Leider haben die für uns wichtigsten Klassen (Getreide und Raps) die schlechtesten Ergebnisse erzielt. Die kartographische Qualität der Klassifikation mit unseren heutigen Methoden genügt also im allgemeinen noch nicht, um sie in einem geographischen Informationssystem direkt zu verwenden. Auf der anderen Seite können wir sehen, daß die Häufigkeiten der klassifizierten Pixel (vorletzte Spalte) stark unterschiedlich von den Prozentsätzen sind, die mit den Bodenerhebungen übereinstimmen. Somit sind sie für die Schätzungen der Bodennutzung sehr verzerrt. Trotzdem kann diese Klassifikation bei den Regressionsschätzungen benutzt werden, um eine fast unverzerrte Schätzung zu erlangen, deren Varianz kleiner ist, als die, die aus der Bodenerhebung erlangt wurde.

**Tabelle 2: (Confusion Matrix) in % Bodenklass Data von GAF ausgewertet
Niederbayern-Oberpfalz (Neo-Stratum 1) *)**

TM	Bodenerhebungsklasse						% Gesamte Klassifi- kation	Effizienz Regression
	Weizen	Gerste	Andere Getreide	Raps	Wald	Andere		
Klassif.								
Weizen	44.0	31.2	29.6	8.5	1.7	4.0	12.6	1.86
Gerste	7.9	21.6	5.0	4.6	0.3	0.8	3.6	1.59
Raps	1.3	2.5	0.9	51.1	0.5	0.4	2.3	8.59
Wald	6.7	11.8	15.8	3.3	86.3	6.9	32.3	
Andere	40.1	33.0	48.6	32.5	11.2	87.9	49.2	
% Boden- erhebung	14.9	7.7	4.4	3.1	31.2	38.7		

*) LANDSAT TM Bild vom 29.5., Klassifikation durch "Maximum Likelihood". Anzahl der Stichprobe: 105 Segmente.

Richtig klassifiziert Pixel: 70.8 %

1.2.2 Regressionsschätzungen

Die Regression ist in der Statistik ein klassisches Verfahren zur Verbesserung der Schätzung des Durchschnitts m_y einer bekannten Größe Y für eine Stichprobe mit Anzahl n, wenn X mit Y korreliert, und für eine Grundgesamtheit bekannt ist.

Die Regressionsschätzung für m_y ist:

$$\hat{y}_{ir} = \bar{y} + b(m_x - \bar{x}) \quad (3)$$

wobei \bar{y} und \bar{x} die Stichprobendurchschnitte sind, und b die Änderung für Y ist, wenn X X + 1 wird. Wenn $b = b_0$ vorher festgelegt ist, ist y_{ir} unverzerrt und seine Varianz ist:

$$v(\hat{y}_{ir}) = \frac{N-n}{N \cdot n} (S_y^2 - 2b_0 S_{yx} + b_0^2 S_x^2) \quad (4)$$

(S_y^2 , S_{yx} , und S_x^2 sind die Varianzen und die Kovarianz von Y und X).

Häufig wird b aus der Stichprobe im Stratum h geschätzt, dann wird die Varianz für große Stichproben ungefähr (Cochran 1977):

$$v(\hat{y}_{|r}) \sim \frac{1}{n} S_y^2 (1 - r_{yx}^2) \quad (5)$$

$(1 - r_{yx}^2)$ ist die relative Effizienz der Regression im Stratum. Die letzte Spalte der Tabelle 2 zeigt die Effizienzen, die in einem Stratum erlangt worden sind: Ohne Fernerkundung hätte man $105 \times 1.86 = 195$ Segmente untersuchen sollen, um dieselbe Varianz für die Weizenfläche zu erreichen.

Die gesamte relative Effizienz der Fernerkundung wird als Verhältnis zweier gesamter Varianzen berechnet: V_{st} aus der Bodenerhebung mit à priori Stratifizierung und die Varianz $v(\hat{y}_{|r})$ nach der Regression mit "Neo-Stratifizierung".

Die folgende Tabelle 3 zeigt die gesamten relativen Effizienzen, die in jeder Testregion 1989 erlangt wurden. Diese sind die Hauptkriterien für die wirtschaftliche Bewertung für den Einsatz der Fernerkundung. In der Tabelle 4 (siehe S. 117) finden wir die Endschätzungen mit ihren Standardfehlern.

Tabelle 3: Effizienz der Fernerkundung im Jahr 1989

	Makedonia	Centre und Ile de France	Bayern	Emilia Romagna	Castilla- Léon
Weizen	1.99 ¹⁾ 2.13 ³⁾	1.80	2.10 ²⁾		1.83
Gerste	1.67	1.03	2.07 ²⁾ 1.73 ⁴⁾		2.11
Hülsenfrüchte		1.53			
Raps		1.98	7.50		
Mais	3.11	2.17		1.45	1.60
Reis	18.86			1.67	
Kartoffeln	7.61				
Zuckerrüben	7.16			2.46	3.33
Sonnenblume	1.41	2.26			
Tabak	2.21				
Baumwolle	3.19				
Soja				2.14	

1) Weich.

2) Winter.

3) Hart.

4) Sommer.

Tabelle 4: Flächenschätzungen und Standardfehler nach der Regression

	Makedonia		Centre und Ile de France		Bayern		Emilia Romagna		Castilla León	
	S ¹⁾	Std ²⁾	S ¹⁾	Std ²⁾	S ¹⁾	Std ²⁾	S ¹⁾	Std ²⁾	S ¹⁾	Std ²⁾
Weizen	164	11.0 ³⁾	566	15.4	151	4.7			107	6.9
	161	10.0 ⁴⁾								
Gerste	65	5.5	87	7.4	85	3.4 ⁵⁾			548	13.0
					72	4.6 ⁶⁾				
Hülsenfrüchte			72	6.0						
Raps			44	4.1	26	1.3				
Mais	22	2.0	143	8.0			70	6.0	9	1.3
Reis	10	0.5					16	4.2		
Kartoffeln	1	0.7								
Zuckerrüben	14	1.2					119	5.4	29	2.0
Sonnenblumen	4	1.2	70	5.6						
Tabak	18	2.2								
Baumwolle	60	4.0								
Soja							54	5.3		

1) S = Fläche.

2) Std = Standardfehler.

3) Weich.

4) Hart.

5) Winter.

6) Sommer.

1.3 Ertragsschätzungen

In dieser Teilaktion werden ebenfalls Erträge und Ernten geschätzt: Eine Punkstichprobe wird ausgewählt und die diese Felder bewirtschaftenden Bauern befragt. Die Methode soll nützlich sein, flächenbezogene Erhebungen zu verwenden und um Ergebnisse in Beziehung mit den landwirtschaftlichen Betrieben zu erlangen. Die Variationskoeffizienten der Ernteschätzungen waren nur geringfügig größer, als die der Flächenschätzungen.

Die Korrelationen zwischen Ertrag und Vegetationsindex sind leider geringer als vorgesehen. Das kann teilweise dadurch erklärt werden, daß zu früh Bilddaten zur Verfügung standen, um gute Ertragsindizes zu erlangen.

1.4 Hauptergebnisse der Teilaktion 1

Die Methode ist operationell, obwohl mehrere Verbesserungen möglich sind. Für die südeuropäischen Länder stehen bereits früher, als mit den heutigen traditionellen Methoden, die Ergebnisse zur Verfügung. Außerdem bietet die obige Methode ein Präzisionsmaß gegenüber den offiziellen Angaben.

Die wirtschaftliche Nutzung ist noch schwer zu beurteilen, denn die Fernerkundungskosten sind höher, als sie in einem völlig operationellen Zustand wären. Jedenfalls hängt die Bewertung stark vom jeweiligen Land ab.

Nach unserer Erfahrung können wir einige technische Hinweise geben, von denen mehrere für viele Klassifizierungen von Satellitenbildern von Nutzen sein können:

- Die Klassifikationen und die Regressionsergebnisse werden besser, wenn man die 6 TM Kanäle mit 30 m Auflösung verwendet. Es sollte besser, wenn Rechnerzeit und Plattenplatz gespart werden müssen, nur jede 2. oder 3. Zeile und 2. oder 3. Spalte zur Berechnung von m_x in (3) verwendet werden.
- Ein "Pre-Clustering" für die wichtigste Klasse ist empfohlen.
- Wenn möglich, sollen Trainingsbereiche zufällig gewählt werden. Die Klassifikationsqualität und die Regressionsparameter sollten ohne Segmente mit Trainingsbereichen berechnet werden, um zuverlässige Ergebnisse zu erzielen.

Bodenerhebungen für Ertragsschätzungen sind operationell, aber ihre Beziehung mit Fernerkundung soll verbessert werden.

2 Schnelle Abschätzungen von Flächen und Erträgen in der EG

Die Hauptziele dieser Teilaktion sind auch Flächen- und Ertragsschätzungen, dabei gibt es aber wichtige Unterschiede zur Teilaktion 1:

- Die Schätzungen sollen schneller in einer größeren Region (die gesamte EG) gegeben werden, auch wenn sie am Anfang des Jahres zunächst eine Grobabstellung darstellen.
- Ein aktuelles Bulletin (4-8 mal pro Jahr) soll erstellt werden. Die Methode soll also multitemporal sein.
- Man schätzt nicht direkt die Fläche und potentielle Erträge, sondern ihre relative Veränderung im Vergleich zum Vorjahr.

- Die Methode soll in der Lage sein, auch zur Vorhersage der Ernten in außereuropäischen Ländern angewandt zu werden, und daher sollten die verwendeten Bodendaten möglichst gering gehalten werden.

Wenn die untersuchte Region mehrere Mill. km³ umfaßt, ist es schwierig und zeitaufwendig eine ganze SPOT- oder TM-Abdeckung zu erhalten und auszuwerten. In dieser Teilaktion wollen wir schnelle Schätzungen für die ganze EG erlangen. Dafür wurde eine Stichprobe von 50 Testflächen ausgewählt. Jede Testfläche ist ein Quadrat 40 km x 40 km. Ihre Lage sowie die Grenzen der Eurostat NUTS-2 Regionen sind in Abbildung 1 dargestellt. Für die Auswahl der Stichprobe wurde eine grobe Stratifizierung mit einem nicht untersuchten Stratum ausgeführt, das aus den NUTS-2 Regionen mit weniger als 10 % "Crops of Interest" besteht.

Die Stichprobe ist nicht ganz zufällig ausgewählt worden, d.h., die Lagen der Testflächen wurden nämlich in bezug auf die SPOT- und LANDSAT Aufnahmebahnen verändert, um die höchste Wahrscheinlichkeit bei dem Erwerb von wolkenfreien oder wolkenarmen Satellitenbildern zu erlangen. Die Testflächen sollen auch keine nationalen Grenzen überschreiten (ausgenommen denen der Beneluxländer). Weil die Stichprobe nicht ganz zufällig ist, sind die Ergebnisse für die gesamte EG nicht einfach zu erheben. Für diese Erhebung wird jetzt eine feinere Stratifizierung auf Grund von geringauflösenden Satellitenbildern (NOAA-AVHRR) erzielt.

Wenn nötig wird eine Stratifizierung innerhalb jeder Testfläche aufgestellt. Eine Stichprobe von durchschnittlich 16 Segmenten (700 m x 700 m) wird ausgewählt, und damit eine Bodenerhebung mit derselben Methode, die für Aktion 1 verwandt wurde, ausgeführt.

Für jede Testfläche werden 4-5 hochauflösende Satellitenbilder beschafft und durch Photointerpretation ausgewertet. Für diese Auswertung werden keine Bodendaten des jeweiligen Jahres verwandt, sondern nur Erhebungen des Vorjahres. Das erlaubt die Tauglichkeit der Methode zu kontrollieren, und sie zu operativen Zwecken in Europa einzusetzen. Wenn die Methode in Fremdländern benutzt wird, soll man auf jegliche Bodenerhebungen verzichten.

Literaturhinweise

Allen, J.D., Hanushak, G.A. (1988): The Remote Sensing Applications Programme of The National Agricultural Statistics Service. Report no SRB 88-08, NASS-USDA, Washington.

Chhikara, R.S., Houston, A.G. und Lundgren, J.C. (1986): Crop acreage estimation using a LANDSAT-based estimator as an auxiliary variable. IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. GE-24 1, pp. 157-168.

Cochran, W. (1977): Sampling Techniques. John Wiley and Sons, New York.

- Consorzio ITA (1987): Telerilevamento in Agricoltura, Previsione delle Produzioni di Frumento in Tempo Reale e Sviluppi Tecnologici, Min. Agricoltura, Roma.
- Cotter, J., Nealon J. (1987): Area Frame design for Agricultural Surveys. U.S. Dept. of Agriculture, National Agricultural Statistics Service.
- Delince, J. (1990): Un premier bilan de l'action 1 "Inventaires Régionaux" du Projet Agriculture après deux années d'activité. Conference on the Appl. of Remote Sensing to Agricultural Statistics. Office for Publications of the E.C., Luxembourg.
- Gangkofner, U., Relin, A. und Saradeth, S. (1990): Regional Inventory 1988/89 in Bavaria, Conference on the Appl. of Remote Sensing to Agricultural Statistics, Office for Publications of the E.C., Luxembourg.
- Goulet, Y. (1990): Agricultural Remote Sensing at Statistics Canada. Conference on the Appl. of Remote Sensing to Agricultural Statistics, Office for Publications of the E.C., Luxembourg.
- Haydn, R. (1989): Testprojekt für Einführung der Fernerkundung in die EG-Agrarstatistik. Geo-informations Systeme, 2, Heft 3, S. 33-34.
- Porchier, J.C. (1990): La Télédétection dans le Programme d'Enquêtes du SCEES, Conference on the Appl. of Remote Sensing to Agricultural Statistics. Office for Publications of the E.C., Luxembourg.

GEOSTAT - Eine Servicestelle für raumbezogene Daten in der Schweiz

Einführung

Als kleinster Bezug wurde bisher in der Statistik meistens eine administrative Einheit (Gemeinde, Bezirk, Kanton) verwendet. Für neue Aufgaben wie Raumplanung, Umweltschutz usw. genügt diese Bezugseinheit oft nicht mehr. Deshalb wird immer mehr eine feinere Gliederung nach Koordinaten und eine bessere Kombinierbarkeit der Daten verlangt.

Mit der Übernahme der landesplanerischen Datenbank vom Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung (ORL) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) begann 1976 das Bundesamt für Statistik raumbezogene Daten hektarweise im Informationsraster (IRA) für statistische Zwecke zu sammeln und der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

In der Zwischenzeit fanden große technische Entwicklungen statt und das Geographische Informationssystem wurde in der Schweiz vermehrt für die Verwaltung von räumlichen Daten eingesetzt. Unter dem neuen Begriff GEOSTAT wurde 1988 eine Erweiterung der Leistungen und der Datenbank IRA angegangen. Neben dem Hektarraster können neu auch Punkt-, Linien- und Flächeninformationen ins System aufgenommen werden. Als Generalisierungsgrad wählte man vorerst neben der Hektare auch den Maßstab 1 : 25 000. Die Schaffung aller notwendigen Infrastrukturen für einen operationellen Betrieb der Servicestelle sollen 1993 abgeschlossen sein.

GEOSTAT - Neues Management von raumbezogenen Daten

Die Philosophie des Projektes GEOSTAT berücksichtigt den Umstand, daß bei verschiedenen Stellen zunehmend Geographische Informationssysteme eingesetzt werden, und daß verschiedenste räumliche Daten produziert werden, die von anderen Stellen mitbenutzt werden könnten. Die Informationen über den Betrieb von Geographischen Informationssystemen sowie über das Vorhandensein von räumlichen Daten ist ungenügend. GEOSTAT will den Erfahrungs- und Datenaustausch durch gezielte Information und durch aktive Unterstützung fördern, gesamtschweizerische Datensätze übernehmen, harmonisieren und für weitere Anwender bereitstellen. Durch die Dienstleistung im Datenaustausch entsteht bei GEOSTAT eine Sammlung von bereinigten und verknüpfbaren räumlichen Daten, die für statistische Analysen herangezogen werden kann und gesamtschweizerische räumliche Entwicklungen aufzeigt.

^{*)} Bundesamt für Statistik, Sektion Raumordnung, Bern.

GEOSTAT bewegt sich demnach im Management von raumrelevanten Daten, indem es als Koordinator oder Vermittler zwischen Produzent und Anwender auftritt, wobei durch diese Konstellation alle drei Partner profitieren, der Produzent, dessen Daten effizient verteilt werden, der Benutzer, der sich für die Verwendung von Daten nur an eine Stelle wenden muß, und das Projekt GEOSTAT, das eine wertvolle Datensammlung für eine gesamtschweizerische Statistik aufbauen kann.

Durch diese Organisationsform können die Systeme entsprechend den jeweiligen Bedürfnissen optimal dimensioniert werden. Zudem entsteht eine zentrale Fachstelle, die auf den Datenaustausch spezialisiert ist. Es wird dabei angenommen, daß dadurch die Daten, das teuerste Element in einem Geographischen Informationssystem, am günstigsten produziert und am besten genutzt wird und somit auf lange Zeit recht große Beträge eingespart werden können. Die Auswirkungen einer gezielten Ausdehnung des Projektes auf die internationale und die regionale Ebene muß noch studiert werden.

Die Philosophie von GEOSTAT



Produktion

- andere Bundesämter
- kant. u. kommunale Verwaltungen
- Universitäten
- Private
- Bundesamt für Statistik

Koordination

- Koordination
- Administration
- Zusammenführen
- Verwalten
- Beraten
- Unterstützen
- Informieren
- Inventarisieren
- kombinieren

Anwendung

- andere Bundesämter
- kant. u. kommunale Verwaltungen
- Universitäten
- Private
- Bundesamt für Statistik

Aufgrund der geschilderten Philosophie können für GEOSTAT die Hauptziele wie folgt formuliert werden:

- Bereitstellung von digitalen räumlichen Daten für die Schweiz;
- Information über raumbezogene Daten;
- Koordination zwischen Geographischen Informationssystemen;
- Verknüpfung (Verschneidung) von digitalen räumlichen Daten;
- Daten der breiten Öffentlichkeit zugänglich machen.

Von diesen Zielen abgeleitet, wurden die folgenden Aktivitäten entwickelt:

- Systematisches Sammeln und zur Verfügung stellen von räumlichen Daten,
- Erstellen von Inventaren über
 - in der Schweiz vorhandene Geographische Informationssysteme,
 - verwendete Infrastrukturen (Hard- und Software),
 - vorhandene digitale räumliche Daten (mit Beschreibung);
- Beratung
 - beim Aufbau eines Geographischen Informationssystems,
 - bei der Produktion und Anwendung von räumlichen Daten,
 - beim Transfer von räumlichen Daten;
- Ausführung von Aufträgen (Abfragen der Datenbank GEOSTAT und Bereitstellung der Daten entsprechend den Wünschen der Kunden)

Bereits in der Entwicklungsphase wurden die Bedürfnisse der wichtigsten Datenproduzenten und -benutzer berücksichtigt. Dadurch wird zum heutigen Zeitpunkt die Zusammenarbeit und damit der Datenaustausch vereinfacht. Doch sind bis zur operativen Phase noch einige juristische, technische und organisatorische Probleme anzugehen. Bei den technischen Problemen stehen neben den Datenbeschreibungen und den Eignungsabklärungen bezüglich der Verknüpfbarkeit, auch die Datenformate im Vordergrund. In der Organisation sind wegen dem Datenherrprinzip (der Datenproduzent ist für die Datenbeschreibung und Nachführung zuständig; die Daten werden nur entsprechend seinen Bedingungen weitergegeben) noch Lösungen zu finden. Einige Daten sind für die Weitergabe an Benutzerkreise, an Verwendungszwecke und an bestimmte Gebühren gebunden. Bei Daten, für deren Weitergabe Bedingungen bestehen, wird vorgängig ein Vertrag zwischen Datenherr oder GEOSTAT und dem Benutzer abgeschlossen.

Die wichtigsten Partner von GEOSTAT

- Bundesamt für Landestopographie (Digitale Landeskarte),
- Eidgenössische Vermessungsdirektion (Administrative Grenzen),
- Bundesamt für Raumplanung (Bauzonen, Raumbeobachtung Schweiz),
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Natur- und Umweltinventare),
- Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Lawinen (Landesforstinventar),
- Dienststelle für Gesamtverkehrsfragen (Verkehrsnetz),
- Bundesamt für Wasserwirtschaft (Gewässernetz, Einzugsgebiete),
- Bundesamt für Statistik (Arealstatistik, Volkszählung) und
- Schweizerische Informatikkonferenz (Informations- und Datenaustausch).

Der Aufbau von GEOSTAT

GEOSTAT besteht aus zwei Projektteilen:

- Servicestelle und
- Datenbank.

Die Servicestelle GEOSTAT

Die Servicestelle GEOSTAT stellt das Bindeglied zwischen den Datenherren und Benützern dar. Die Servicestelle berät und unterstützt die Datenherren bei der Aufbereitung von raumbezogenen Daten und übernimmt diese für die Datenbank GEOSTAT. Außerdem sorgt sie für den einwandfreien Betrieb der Datenbank und führt diese laufend nach. Ihre Hauptaufgabe ist jedoch die Beratung der Benutzer und die fachgerechte Erledigung ihrer Anfragen. Als Resultate können den Benützern Tabellen, Graphiken oder Plotterkarten auf Papier oder digital auf Disketten und Magnetbändern abgegeben werden. Die Preise für diese Produkte sind in der Gebührenordnung des Bundesamtes für Statistik festgelegt.

Die Mitarbeiter der Servicestelle GEOSTAT bearbeiten die schriftlichen und mündlichen Anfragen der Benutzer. Es handelt sich demnach um eine öffentliche Datenbank ohne direkten Zugriff. Die Servicestelle berät die Benutzer auch in Datenangelegenheiten (z.B. mögliche und sinnvolle Datenkombinationen). Die Servicestelle kann im Rahmen ihrer - zumindest heute noch beschränkten - Möglichkeiten auch weitere Dienstleistungen anbieten, so. z.B. das Digitalisieren von Plänen und das Erstellen von Plotterkarten.

Die Datenbank GEOSTAT

Kernstück von GEOSTAT ist eine Datenbank, in der die Daten mit ihrem Raumbezug (Koordinate, Zugehörigkeit zu einer Fläche, Linie) gespeichert sind und dadurch miteinander kombiniert bzw. überlagert werden können. Die räumliche Datenbank GEOSTAT wird mit dem Programm ARC/INFO aufgebaut. Die Daten werden entsprechend den Kartenblättern der Landeskarten 1 : 25 000 in die Bibliothek abgelegt. Es wird darauf geachtet, daß Erhebungsmethoden und technische Anwendungseinschränkungen im Beschrieb enthalten ist. Für den Datentransfer von und zur Datenbank sowie für die Übernahme in die Datenbank GEOSTAT sind oft technische Lösungen zu finden.

Der Inhalt von GEOSTAT

GEOSTAT ist eine Datenbank, in der Daten mit verschiedenen Arten von Raumbezug gespeichert sind:

Daten mit Raumbezug Raster

Bei diesen Daten stammt der Raumbezug vom Koordinatennetz der Landeskarten (z.B. 100m-Gitter = Hektarraster). Die Merkmale werden entweder flächenbezogen (Vollerhebung) oder punktbezogen (Stichprobenerhebung) zugeordnet. Beim Flächenbezug wird unterschieden zwischen der alleinigen Zuteilung des dominanten Merkmals (z.B. Bodennutzung) und der Zuteilung des Gesamteinhaltes (z.B. Anzahl, Bewohner).

Daten mit Raumbezug Linie

Bei Linienförmigen Merkmalen wird der Raumbezug durch das Speichern von Strecken oder Polygonzügen mit Bezug auf das Landeskoordinatennetz hergestellt.

Daten mit Raumbezug Punkt

Bei Daten mit Raumbezug Punkt handelt es sich um Merkmale, die einem Einzelpunkt (Koordinate) zugeordnet werden können (z.B. Bodenproben, Eisenbahnknotenpunkte, usw.).

Folgende Datensätze sind bereits vorhanden oder werden vorbereitet:

- mit Raumbezug Raster
 - Bodennutzung (Arealstatistik),
 - Bauzonen,
 - Gebäude, Wohnungen, Bevölkerung (Eidgenössische Volkszählungen),
 - Geländemodell;
- mit Raumbezug Linie
 - Gemeindegrenzen (die Grenzen von Agglomerationen und Regionen können mit Hilfe der Gemeindegrenzen gebildet werden),

- Straßen- und Schienennetz,
- Naturschutzinventare (BLN, KLN, IVS, ISOS, usw.),
- Geotechnische Risikokarte (1 : 200 000).

Die Datenbank GEOSTAT ist ein offenes System. Die Speicherung weiterer Datensätze, auch solcher, die nicht die ganze Schweiz abdecken, ist möglich.

Die raumbezogen gespeicherten Daten können natürlich auch auf verschiedenen Ebenen aggregiert werden (z.B. Gemeindeteile, Gemeinde, Gemeindegruppen).

Die Ausrüstung von GEOSTAT

Für den Betrieb von GEOSTAT wurde ein eigenes EDV-System auf der Basis DEC-VAX 8250 (VMS-Betriebssystem) mit der Software ARC-INFO angeschafft. Die Peripheriegeräte sind mittels DECnet angeschlossen. Es stehen graphische Arbeitsstationen, mehrere Drucker, Plotter, Terminals, PC's und in Kürze Workstations zur Verfügung.

Ziele und Wege der Regionalstatistik in den neunziger Jahren

Im Rahmen meines Vortrags möchte ich mich mit drei Fragen auseinandersetzen:

- Welchen Informationsbedarf hat räumlich orientierte Politik und welcher regionalstatistische Datenbedarf ergibt sich daraus?
- Inwieweit entspricht das verfügbare regionalstatistische Datenangebot dem Informationsbedarf räumlich orientierter Politik?
- Welche konkreten, realisierbaren Möglichkeiten gibt es, die Diskrepanz zwischen Informationsbedarf und regionalstatistischem Datenangebot abzubauen?

Mit diesen Fragen möchte ich mich im folgenden aus der Sicht der Raumordnungs- und Städtebaupolitik auf Bundesebene befassen. Dies liegt nahe, da ich in einer Bundesforschungseinrichtung, der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR), beschäftigt bin. Aufgabe des BfLR ist es, wissenschaftliche und informative Grundlagen zur Lösung der Aufgaben der Bundesregierung im Bereich der Raumordnung und des Städtebaus sowie bei den räumlich wirksamen Fachplanungen zu schaffen.

Ich denke, dies vorzuschicken ist wichtig, da je nach Betrachtungsperspektive (Gemeinde, Kreis, Regierungsbezirk, Land, Bund, EG) eine Bedarfs- und Bestandsanalyse der regionalstatistischen Datensituation zu höchst unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

Im Vordergrund steht also hier für mich die Frage, ob die amtliche Regionalstatistik jene Informationen über Tatbestände bzw. Merkmale in der gewünschten sachlichen und regionalen Untergliederung sowie der geforderten Periodizität bereitstellen kann, die für die Aufgabenerfüllung von Raumordnungs- und Städtebaupolitik auf Bundesebene direkt oder indirekt heute und in Zukunft benötigt werden.

1 Welchen Informationsbedarf hat die räumlich orientierte Politik auf Bundesebene?

Der künftige Informationsbedarf hängt in hohem Maße davon ab, welchen Stellenwert räumlich orientierte Politik in den neunziger Jahren haben wird und wie sie ihre Aufgaben zu verwirklichen gedenkt.

*) Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn.

Ich denke, Umfang und Ausmaß der regionalen Disparitäten im vereinten Deutschland werden den innenpolitischen Stellenwert der Raumordnungs- und Städtebaupolitik beträchtlich erhöhen, sie in den neuziger Jahren als neues Politikfeld herausfordern. Es stellt sich die Aufgabe, zwei Großräume zusammenwachsen zu lassen, deren Wirtschaftskraft, deren Infrastrukturausstattung und deren Umweltbelastung - ganz abgesehen von den bisherigen politischen, rechtlichen und sozialen Unterschieden - weit auseinanderklaffen. Die Disparitäten einerseits innerhalb des früheren Bundesgebietes - zwischen Nord und Süd, zwischen Stadt und Land - andererseits aber auch innerhalb der ehemaligen DDR sind demgegenüber verhältnismäßig gering.

Es ist unumgänglich, die gewaltigen räumlichen Disparitäten zwischen den früheren Staatsräumen rasch abzubauen, da sonst mit massiven Wanderungsbewegungen zu rechnen wäre. Krisenszenarien renommierter Wirtschaftsforschungsinstitute rechnen mit einer Ost-West-Abwanderung von ca. 1,5 Mill. Personen bis Mitte der neunziger Jahre. Die möglichen Folgen solcher Abwanderungsströme für die weitere räumliche Entwicklung in Deutschland kann sich jeder von Ihnen leicht ausmalen.

Die neue räumliche Ausgangssituation, die vermutlich auch mittelfristig nicht ganz auszugleichen ist - zumindest nicht ohne eine planvolle staatliche Steuerung der räumlichen Entwicklung - verschafft der Raumordnungs- und Städtebaupolitik in den nächsten Jahren eine besondere politische Legitimation. Deren zentrale Aufgabe, räumliche Entwicklungsprozesse entsprechend der Leitvorstellung "Schaffung möglichst gleichwertiger regionaler Lebensbedingungen" zu beeinflussen und zu ordnen, wird ein besonderes Gewicht erhalten.

Der Bedarf an problemrelevanten, aktuellen, regional und sachlich tief gegliederten Daten, und zwar bundesweit flächendeckend einheitlich, dürfte deshalb in den kommenden Jahren erheblich zunehmen und damit zwangsläufig auch der politische Stellenwert, die Bedeutung von Raumb Beobachtung und Regionalstatistik.

Ich möchte dies kurz an ein paar Beispielen verdeutlichen.

Erstes Beispiel: Die Frage, wie regionale Disparitäten abgebaut werden können, wird in den neunziger Jahren zentrale Bedeutung erlangen. Die meisten der dafür in Frage kommenden staatlichen Maßnahmen werden i.d.R. nicht regional differenziert eingesetzt. Damit werden Chancen zum Abbau regionaler Disparitäten vertan. Die Raumordnung sollte daher konsequenter eine stärkere Regionalisierung der einzelnen Fachplanungsmaßnahmen unter Verantwortung des jeweiligen Fachressorts anstreben.

Problemrelevante regionale Informationen (z.B. Abgrenzung von förderbedürftigen Gebieten auf der Grundlage von Regionalindikatoren) können die Entwicklung gemeinsamer Problemsichten zwischen Fachressorts und Raumordnung fördern und Grundlage für Konsensmöglichkeiten über Maßnahmeprogramme (z.B. Wirtschaftsförderungsprogramme, Infrastrukturprogramme) bilden. Die Chance der Raumordnung, von den Vorteilen einer koordinierten Maßnahmeregionalisierung zu überzeugen, dürfte umso größer sein, je mehr sie - ohne Verbindlichkeitsanspruch - durch re-

gionale Probleminformationen auf der Grundlage entsprechender regionalstatistischer Daten überzeugen kann.

Zweites Beispiel: Angesichts der derzeitigen und absehbaren regionalen Problemstrukturen und ihrer Ursachen dürfte in den neunziger Jahren auch die Aktivierung der vor Ort vorhandenen regionalen Potentiale weiter von zentraler Bedeutung sein. Solche Strategien zielen vorrangig darauf ab, die Eigenverantwortung beim Defizitabbau zu stärken.

Sie könnten unterstützt werden durch eine entsprechende regional problemadäquate Neuverteilung von Bundesfinanzhilfen (z.B. Wohnungsbauförderung, Städtebauförderung, Strukturhilfegesetz), von Steuern und Abgaben und/oder durch die Einführung von indikatorgestützten Sonder- und Nebenansätzen in die bestehenden Finanzausgleichsgesetze, also durch zweckfreie Zuweisungen an jeweils diejenigen Ebenen und Körperschaften, die die Maßnahmen durchführen müssen. Hier gilt es, entsprechende problemadäquate regionale Verteilungskriterien zu entwickeln und anzuwenden.

Ein drittes Beispiel berührt unmittelbar die Aufgabe der Raumordnung auf Bundesebene: Zur Verwirklichung von Prinzipien, wie Chancengleichheit und Ressourcenschutz bedarf es einer übergeordneten, überörtlichen und abgestimmten Planung aller Maßnahmen der öffentlichen Hand. Das Raumordnungsgesetz hat in § 4 diese Abstimmung ausführlich geregelt.

Die Wahrnehmung dieser übergreifenden Koordinierungsaufgabe setzt u.a. eine bundesweit flächendeckende, räumliche Zusammenschau raumbedeutsamer Planungen und Festlegungen in Programmen und Plänen der Landesplanung und der Fachplanungen voraus (z.B. Gebietskategorien, Funktionszuweisungen für bestimmte Räume, zeichnerische Darstellung zusammengefaßter Ziele usw.). Auf diese Weise könnten relativ leicht bundesweit Koordinierungsdefizite festgestellt werden. Jedoch ist es derzeit noch nicht möglich, eine solche kartographische Zusammenschau auf der Grundlage entsprechender raumbezogener Daten automatisiert vorzunehmen.

2 Ich komme zum zweiten Fragenkreis, nämlich der Frage, ob das regionalstatistische Datenangebot ausreicht, um den aktuellen und künftigen Informationsbedarf der Raumordnung auf Bundesebene abzudecken

Meine bisherigen Erfahrungen aus der wissenschaftlichen Arbeit und Politikberatung in der BfLR stimmen mich da sehr skeptisch. Die Arbeiten am Raumordnungsbericht 1990 der Bundesregierung, an der Neuabgrenzung des Fördergebiets der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" sowie die Arbeiten an der sog. Raumordnungsprognose, d.h. einer integrierten regionalen Bevölkerungs-, Arbeitsmarkt- und Wohnungsmarktprognose, haben wieder einmal offengelegt, daß regionalstatistische Datenrestriktionen bundesweiten regionalen Strukturanalysen und Prognosen, also der Schaffung informativer raumordnungspolitischer Entscheidungsgrundlagen, enge Grenzen setzen. Die Aufgabenerfüllung der Bundesraumordnungs-

politik, die im wesentlichen auf Informations- und Überzeugungsstrategien angewiesen ist, um ihre Ziele zu erreichen, wird dadurch erheblich geschwächt und eingeschränkt.

Ich sehe im einzelnen auf absehbare Zeit folgende wesentlichen regionalstatistischen Probleme:

1. Das Sachproblem

Ein erstes grundlegendes Problem ist die Tatsache, daß für wesentliche raumordnungs- und städtebaupolitische Problembereiche derzeit fast keine umfassenden, regional gegliederten und vergleichbaren Datengrundlagen vorliegen. Dazu zählen insbesondere Daten über die räumliche Verteilung sowie Qualität und Nutzung einer Reihe von Infrastruktureinrichtungen, Informationen zur Umweltbelastung sowie Prozeßinformationen.

Für die instrumentelle Ausgestaltung von Regionalpolitik ist es z.B. wichtig, einen Einblick in die Dynamik des Prozesses der Schaffung und Vernichtung von Arbeitsplätzen zu bekommen. Wieviele Stellen werden jährlich durch wachsende Betriebe und durch Betriebsneugründungen geschaffen? Wieviele Stellen gehen jährlich verloren, weil Betriebe schrumpfen oder schließen müssen? Die Aufbereitung der Statistik des Produzierenden Gewerbes und der Beschäftigtenstatistik im Hinblick auf die Beantwortung solcher Fragen könnte z.B. eindrucksvoll dazu beitragen, den Prozeß der regionalen Arbeitsplatzentwicklung besser zu verstehen und würde dem regionalpolitischen Stellenwert von Prozeßinformationen Rechnung tragen.

2. Das Differenzierungsproblem

Der Grad der sachlichen Differenzierung der Daten nimmt sprunghaft ab, je kleiner die räumliche Aufbereitungsebene ist. Auf der Ebene des Bundes und der Länder werden Daten noch sachlich tief untergliedert aufbereitet. Für Kreise und Gemeinden liegen dagegen i.d.R. sachlich nur wenig untergliederte Daten vor. Analysen auf der Basis solcher Daten sind vergleichsweise grob und besitzen oft nur einen begrenzten planungspraktischen Aussagegehalt.

3. Das Zeitproblem

Es hat zwei Dimensionen: Ein erstes Problem berührt die Aktualität der verfügbaren Daten. Trotz EDV-Unterstützung und intensiver Bemühungen zur Verbesserung der Arbeitsorganisation zwischen den statistischen Landesämtern haben die Daten zum Zeitpunkt ihrer Bereitstellung oft bereits an Aktualität verloren. Regionalstatistische Belange werden erfahrungsgemäß bei der Aufbereitung von Statistiken erst spät berücksichtigt.

Ein zweites Problem erwächst aus der frühzeitigen Festlegung von Tabellenprogrammen. Arbeitsorganisatorisch und im Hinblick auf größere Aktualität ist dies sicherlich begründet. Damit ist es jedoch nur noch bedingt möglich, den Informationsbedarf der späteren Planungsaufgaben hinreichend zu berücksichtigen, zumal zwischen der Beschlußfassung über die Tabellenprogramme und der Verfügbarkeit der Daten häufig mehrere Jahre liegen.

4. Das Geheimhaltungsproblem

Geheimhaltungsvorschriften schränken die Verfügbarkeit von regionalen Daten in einer für die Belange von Raumordnung und Städtebau notwendigen Differenzierung erheblich ein. Bei einer tieferen regionalen und sachlichen Differenzierung der gewünschten Daten können auch in den Summensätzen für regionale Einheiten Einzelangaben auftreten, die dann gemäß den gesetzlichen Bestimmungen zur statistischen Geheimhaltung nicht ausgewiesen werden. Dadurch aber wird das veröffentlichte Datenmaterial unvollständig, eine Weiterverarbeitung der Daten in Form regionaler oder sachlicher Aggregation ist nicht mehr möglich bzw. würde zu falschen Ergebnissen führen.

Immer wieder anschauliche Beispiele für diese Situation liefern die aus den Umweltstatistiken veröffentlichten Daten. Die Geheimhaltungsvorschriften bewirken hier, daß es z.B. unmöglich ist, bundesweit flächendeckend auf Kreisbasis etwas über den Anschlußgrad der Bevölkerung an Kläranlagen auszusagen oder Aussagen darüber zu machen, wie hoch der Anteil des vollbiologisch behandelten Abwassers am gesamten Abwasseraufkommen der Wirtschaft ist. Denn für die Mehrzahl der Kreise sind aus meiner Sicht aufgrund restriktiv ausgelegter Geheimhaltungsvorschriften keine Daten ausgewiesen.

5. Das Koordinierungsproblem - ein altes grundsätzliches Problem

Ein aus Bundessicht grundsätzliches Problem ist die mangelnde Einheitlichkeit bzw. Vereinheitlichung des regionalstatistischen Datenangebots zwischen den Statistischen Landesämtern. Sicherlich erklären die tatsächlich unterschiedliche Ausstattung mit Maschinen und Personal sowie die sicherlich gegebene mangelnde Übereinstimmung zwischen den Statistischen Landesämtern in den thematischen Anliegen einen großen Teil der mangelnden Einheitlichkeit des regionalstatistischen Datenangebots.

Gleichwohl muß man aber auch feststellen, daß der praktische Wert von Vereinbarungen wie etwa ein Mindestprogramm für jährliche Kreis- und Gemeindezahlen zu gewährleisten, relativ gering ist, ganz abgesehen davon, daß es fast ein Jahrzehnt braucht, bis solche Vereinbarungen (MKRO-Mindestprogramm von 1981) umgesetzt sind. Der Informationsbedarf der Raumordnung hat sich mittlerweile längst gewandelt, neue, andere räumliche Probleme stehen auf der politischen Tagesordnung, die keine oder nur noch eine geringe Entsprechung finden in dem regionalstatistischen Datenangebot, das sich einmal vor zehn Jahren aus der damaligen räumlichen Problemsicht heraus entwickelt hat.

Die mangelnde Abstimmung über die regionale und sachliche Differenzierung sowie die Periodizität bei der Datenaufbereitung bewirken grundsätzlich, daß das bundesweit verfügbare gemeinsame regionalstatistische Datenangebot sehr klein ausfällt. Mit dem Beitritt der ehemaligen DDR zum Geltungsbereich des Grundgesetzes und der Bildung von fünf neuen Bundesländern dürfte das Koordinierungsproblem noch erheblich zunehmen und zudem noch ein sechstes - das Vergleichbarkeitsproblem - als ganz neues Problem hinzutreten.

6. Das Vergleichbarkeitsproblem - ein neues grundsätzliches Problem

In den vergangenen Wochen haben wir uns zusammen mit Kollegen aus der ehemaligen DDR darum bemüht, einen ersten Überblick zu gewinnen über vergleichbare regionalstatistische Daten bzw. Indikatoren. Diese Bemühungen stehen im Zusammenhang mit dem Aufbau einer Laufenden Raumb Beobachtung für Gesamtdeutschland. Diese soll rechtzeitige und verlässliche Informationen über räumliche Entwicklungsprobleme liefern, was ich als unabdingbare Voraussetzung für eine aktive Raumordnungspolitik ansehe.

Für die Raumordnungspolitik auf Bundesebene wird die Aufgabe der Raumb Beobachtung von der BfLR wahrgenommen. Ihr System der Raumb Beobachtung hat sich bewährt. Dies erklärt, warum wir ein großes Interesse daran haben, das BfLR-System auf seine Eignung für ein gesamtdeutsches Raumb Beobachtungssystem zu überprüfen und es dazu auszubauen.

Allerdings müssen wir feststellen, daß dies mit erheblichen Problemen verbunden sein wird. Das größte Problem ist, daß viele notwendigen Daten z.Z. gar nicht vorliegen (z.B. zur Arbeitsmarktsituation, zum Einkommens- und zum Produktionsniveau) oder daß Daten für die Gegenwart nicht bzw. nur stark eingeschränkt vergleichbar sind.

Letzteres trifft schon für relativ einfache Sachverhalte zu wie die Zahl der Beschäftigten in den einzelnen Wirtschaftsbereichen: so enthalten die Beschäftigtenzahlen der Landwirtschaft in der ehemaligen DDR in nicht geringem Umfange Beschäftigte, die im früheren Bundesgebiet zum Bausektor, zum Verarbeitenden Gewerbe oder auch zu den Dienstleistungen gerechnet werden und anders als im früheren Bundesgebiet wird in der ehemaligen DDR der Bergbausektor und seine Produkte der verarbeitenden Industrie zugerechnet und im industriellen Sektor mitgezählt sind viele Berufstätige, die dort soziale Dienstleistungen erbringen.

Bei der Feststellung regionaler Disparitäten in Deutschland wird sich in nächster Zeit des öfteren die Frage stellen, ob die Disparitäten zwischen Teilräumen des früheren Bundesgebietes und der ehemaligen DDR "echt" oder nur statistische Artefakte sind. Ich denke, es muß deshalb in der nächsten Zukunft eine wichtige Aufgabe sein, vergleichbare regionalstatistische Datengrundlagen zu schaffen, die eine möglichst umfassende, realistische, aktuelle Messung und Bewertung regionaler Lebensbedingungen in einem vereinten Deutschland ermöglichen. Regionalstatistik als staatliche Aufgabe darf

sich nicht darauf beschränken, nur der Buchhalter längst abgelaufener räumlicher Entwicklungsprozesse zu sein. Vorrangige und wichtigste Aufgabe von Regionalstatistik in einem vereinten Deutschland muß es sein, Daten aufzubereiten und bereitzustellen, die möglichst einen Informationsvorlauf schaffen für eine aktive, räumlich orientierte Politik.

3 Kann die Regionalstatistik in Zukunft den Informationsbedarf der räumlich orientierten Politik aus Bundessicht decken? Was ist zu tun, damit der Informationsstand über die Situation und Entwicklung regionaler Disparitäten in den neunziger Jahren sich im Vergleich zu den achtziger Jahren nicht noch verschlechtert?

Ich denke, es sind vor allem pragmatische Überlegungen und Vorschläge gefragt, die auf konkrete regionalstatistische Probleme und Projekte sowie ein angemessenes Kosten-Nutzen-Verhältnis bei bestehenden statistischen Erhebungen ausgerichtet sind. Insbesondere plädiere ich dafür, das regionalstatistische Informationspotential der vorhandenen Statistiken besser auszuschöpfen und verfügbar zu machen.

Ich möchte im folgenden einige Vorschläge für eine Verbesserung der Regionalstatistik machen, die ich aus Bundessicht für wichtig halte und die für sich in Anspruch nehmen, auch realistisch zu sein, zumindest aber ernsthaft auf ihre bundesweite Durchführbarkeit überprüft zu werden.

1. Institutionell-organisatorische Verbesserungsvorschläge

Sie setzen unmittelbar am Koordinierungsproblem und der daraus resultierenden Uneinheitlichkeit der regionalstatistischen Datenaufbereitung an. Im Hinblick auf eine wirkungsvollere regionalstatistische Koordinierung halte ich es für sinnvoll und notwendig, für spezifische Aufgaben der räumlich orientierten Politik (z.B. Raumordnungsberichte, Raumordnungsprognosen, Fördergebietsabgrenzungen im Rahmen der Gemeinschaftsaufgaben, regionale Verteilungsschlüssel für Investitionshilfen usw.) auf Bundesebene entsprechende Datenbedarfskataloge aufzustellen und ihnen den Status eines Mindestaufbereitungsprogramms im Rahmen der regionalstatistischen Programmplanung der Statistischen Landesämter zu geben. Es müßte natürlich laufend entsprechend dem jeweiligen aktuellen oder absehbaren Informationsbedarf räumlich orientierter Politik fortgeschrieben werden.

Ein solches Mindestprogramm für jährliche Kreis- und Gemeindezahlen wäre auch eine außerordentlich wichtige Vorgabe für die Schaffung vergleichbarer regionalstatistischer Datengrundlagen in einem vereinten Deutschland. Es sollte deshalb von allen Statistischen Landesämtern strikt eingehalten werden bzw. von den Statistischen Landesämtern in den neuen Bundesländern zu einem zentralen Bestandteil ihres Arbeitsprogramms gemacht werden. Aus gesamtgesellschaftlicher Verantwortung heraus ist dies eine selbstverständliche Forderung.

Das Mindestprogramm sollte zudem allen interessierten Konsumenten als periodische Gemeinschaftsveröffentlichung der Statistischen Landesämter und/oder jeweils aktuell auf Datenträger als public-use-file verfügbar gemacht werden. Bei dem mittlerweile erreichten Stand der Informationstechnik sollte es doch möglich sein, daß die Statistischen Landesämter hier einen praktikablen Verfahrensweg finden, der einerseits der föderativen Organisation der amtlichen Statistik Rechnung trägt, andererseits aber auch den Notwendigkeiten einer gesamtdeutschen Raumbearbeitung gerecht wird.

2. Methodisch-technische Verbesserungsvorschläge

Neben Verbesserungen im institutionell-organisatorischen Bereich scheinen mir als Mittel zur Verbesserung der regionalstatistischen Datensituation im vereinten Deutschland vor allem methodisch-technische Vorschläge kurz- und mittelfristig geeignet. Ich denke hier vor allem an die Regionalaufbereitung von Stichproben, insbesondere den Mikrozensus.

Dem Mikrozensus messe ich künftig eine herausgehobene regionalstatistische Bedeutung bei. Der neue Auswahlplan läßt erheblich verbesserte Regionalisierungsmöglichkeiten erwarten. Der Mikrozensus als verkleinertes Abbild der Volkszählung könnte gewährleisten, daß wichtige Regionalergebnisse der Volkszählung, die zentraler Bestandteil des regionalstatistischen Datenkranzes sind (Erwerbspersonen, Haushalte, Einkommen usw.) regelmäßig fortgeschrieben werden können. Zudem bietet sich der Mikrozensus als flexibles Erhebungsinstrument an, um neuen künftigen Informationsanforderungen schnell Rechnung tragen zu können.

Ich denke, daß der Mikrozensus deshalb in den nächsten Jahren eine überaus wichtige Erhebung ist, um aktuelle, vergleichbare Informationen über die Lebens-, Arbeits- und Wohnbedingungen der Bevölkerung im Gebiet der ehemaligen DDR zu erhalten. Ich hoffe deshalb sehr, daß das neue Mikrozensusänderungsgesetz noch in dieser Legislaturperiode verabschiedet wird.

Kosten und Aufwand von statistischen Erhebungen steigen proportional mit der Anzahl der Erhebungseinheiten und der Anzahl der Merkmale. Dies hat zur Folge, daß insbesondere Vollerhebungen sehr teuer und arbeitsaufwendig sind. Insbesondere für Vollerhebungen ist deshalb zu fordern, daß die Kosten in einer vertretbaren Relation zum Informationsgehalt der erhobenen Daten stehen müssen. Aus regionalstatistischer Sicht dürfte allerdings bei vielen Statistiken die Kosten-Nutzen-Relation stark ungleichgewichtig sein. Das heißt, bei vielen Statistiken wird das regionalstatistische Informationspotential bei weitem nicht ausgeschöpft. Es müssen deshalb grundsätzlich verstärkt Überlegungen angestellt werden, wie ohne größere zusätzliche finanzielle Mittel und ohne größeren Mehraufwand an Maschinen und Personal der Fundus an erhobenem statistischen Material mit Hilfe neuer Methoden und Techniken bedarfsgerecht aufbereitet werden kann.

Aus raumordnungspolitischer Bedarfsicht ist in erster Linie die Einrichtung einer regionalen Infrastrukturdatei auf der Grundlage vorhandener sachverwandter Statistiken erforderlich. Denn unbestritten ist die Infrastrukturausstattung ein wesentlicher Bestimmungsfaktor regionaler Entwicklungsprozesse. Infrastrukturinvestitionen sind potentiell standortbildend. Sie schaffen Standortvor- bzw. -nachteile und können damit letztlich regionale Entwicklungsunterschiede verändern, d.h. verkleinern oder vergrößern. Es sollten deshalb alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, regionalstatistische Datengrundlagen zu schaffen, die eine verlässliche Messung regionaler Ausstattungsdefizite ermöglichen.

3. Verbesserung der Möglichkeiten zur Nutzung raumbezogener Daten

Mein Verständnis von Regionalstatistik schließt raumbezogene Daten, so wie sie u.a. in STABIS (Statistisches Informationssystem zur Bodennutzung) vorgehalten werden sollen, mit ein. Die zahlreichen Bemühungen, die raumbezogenen Datengrundlagen zu verbessern, sind für mich ein überaus wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Regionalstatistik und zur Deckung des Informationsbedarfs der Raumordnung.

Viele raumordnungspolitisch relevante Informationen liegen u.a. in Form kartographischer Daten, d.h. in Form von analogen Kartenwerken oder EDV-gespeichert in digitalisierter Form als Punkt-, Linien- und Flächendaten (= Geometriedaten) vor. Relevante Informationen enthalten z.B. Raumordnungspläne, Raumordnungskataster, Gebietsentwicklungspläne, Landschaftspläne, Vegetationskartierungen, Biotopkartierungen, Emissions- und Immissionskataster, ökologische Kataster, kartographische Abgrenzungen von Naturschutzgebieten, Landschaftsschutzgebieten, Vorranggebieten und Sonderflächen, Lärmschutzbereichen, kartographische Darstellungen natürlicher Ressourcen wie Georelief, Bodenklima, Wasser, Bodenschätze, topographische Kartenwerke.

Eine systematische, umfassende und integrierte Auswertung von solchen kartographischen Daten, das heißt raumbezogenen, ist bislang nicht möglich. Es fehlt zum einen eine für die Aufgaben der Raumb Beobachtung auf Bundesebene geeignete großflächige kartographische Datenbank. Zum anderen mangelt es auch an effizienten Verwaltungs- und Zugriffsprogrammen für eine solche Datenbank sowie an den notwendigen Auswertungsprogrammen.

Ich halte es deshalb grundsätzlich für wichtig, solche Daten regionalstatistisch zu erschließen, das heißt für die laufende Raumb Beobachtung auf Bundesebene nutzbar zu machen. Mit einer Bestandsaufnahme und Dokumentation der vorhandenen einschlägi-

gen Dateien - die mittlerweile eine erste Fortschreibung erfahren hat - haben wir vor einiger Zeit einen ersten Schritt in diese Richtung getan.¹⁾

Die Auswahl dieser Daten orientiert sich dabei an inhaltlichen Anforderungen, wie sie sich aus den Aufgaben der räumlich orientierten Politik auf Bundesebene ergeben. Dies sind vor allem Aufgaben der Raumanalyse/Berichterstattung (Raumbeobachtung) aber auch programmatische Entscheidungen wie etwa die Festlegung und Fortschreibung von Räumen mit besonderen Funktionen wie z.B. Schutzgebiete oder Vorranggebiete. Die Dateien enthalten im einzelnen Tatbestände, die sich auf das ganze Bundesgebiet beziehen und vor allem Aussagen über die reale Raumbeanspruchung und Flächennutzung zulassen.

Ich denke, daß die vorliegende Dokumentation - zumal dann, wenn sie à jour gehalten wird - ein nützliches Instrument für einen Informationsaustausch über verfügbare Geometriedaten, also raumbezogene Daten einerseits und den Datenaustausch andererseits ist. Denn unser Ziel kann es nicht sein, in der BfLR eine riesige Geometriedatenbank aufzubauen, das heißt, etwa alle in der Dokumentation enthaltenen Dateien im Direktzugriff verfügbar zu haben. Vielmehr sind wir an einer interinstitutionellen Zusammenarbeit, an einem Kooperations- und Informationsverbund interessiert, der es uns z.B. ermöglicht, für die Bearbeitung bestimmter Fragestellungen Dateien nutzen zu können, die an anderer Stelle, in einem anderen Institut erhoben, gespeichert und verwaltet werden.

Ich komme zum Schluß. Die besten Vorschläge nützen nichts, wenn nicht zumindest auch nach Wegen gesucht wird, sie durchzuführen. Wissenschaftliche Kolloquien sind sicherlich ein geeignetes Forum, um andere von der Notwendigkeit und den Möglichkeiten einer Verbesserung der Regionalstatistik zu überzeugen. Ich hoffe, daß mir dies bei dem einen oder anderen gelungen ist. Wenn nicht, stelle ich mich jetzt gerne der Diskussion.

1) Friedrich von Klitzing: Digitale geometrische Daten I. Dok. für Raumordnung, Städtebau, Umwelt- u. Landschaftsschutz. - BfLR-Reihe "Seminare - Symposien - Arbeitspapiere", H. 22, Bonn 1986.
Friedrich von Klitzing und Eleonore Irmen: Digitale geometrische Daten II. Teilergebnisse der Voruntersuchung zum Aufbau eines Statistischen Informationssystems zur Bodennutzung (STABIS). - BfLR-Reihe "Seminare - Symposien - Arbeitspapiere", H. 35, Bonn 1989.

Anwendung raumbezogener Informationen

1 Anwendung raumbezogener Informationen im Verantwortungsbereich des Statistischen Amtes Berlin-Alexanderplatz

Auf dem Territorium der ehemaligen DDR wurden in den letzten Jahren verschiedene Informationssysteme geschaffen, die themenbezogene Daten raumbezogen darstellen. Sie wurden als Entscheidungsgrundlage für unterschiedliche Sachgebiete auf den verschiedenen administrativen Ebenen gefordert und genutzt.

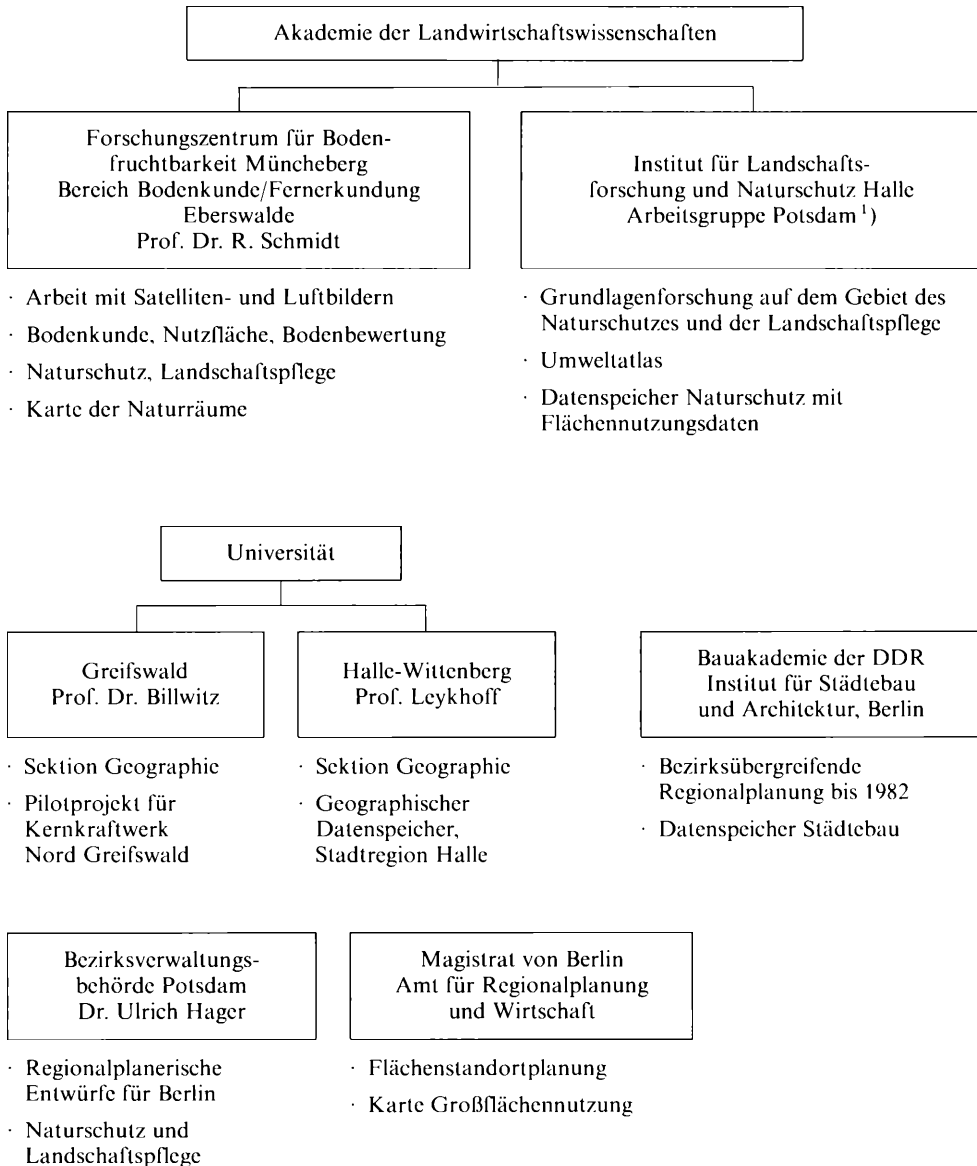
Die Koordinierung der verschiedenen Arbeiten hierzu erfolgte durch eine Abteilung der Staatlichen Zentralverwaltung für Statistik, der jetzigen Zweigstelle Berlin-Alexanderplatz des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden. Ein eigenständiger Sektor Flächennutzung wurde allerdings erst im Mai dieses Jahres geschaffen. Auch in der ehemaligen DDR hatte sich die Entwicklung angebahnt, Luft- und Satellitenbilder sowie topographische Karten als Datenquellen rechentechnisch zu nutzen und mittels Datenverarbeitungsanlagen Daten verschiedener Sachgebiete raumbezogen aufzubereiten. Das führte zur Entwicklung unterschiedlicher raumbezogener Datenmodelle der Flächennutzung in einer ganzen Reihe von wissenschaftlichen und staatlichen Institutionen.

Die folgende Übersicht 1 (siehe S. 138 f.) wissenschaftlicher Einrichtungen und Institutionen, die auf dem Gebiet der automatisierten Bereitstellung kartographischer Informationen arbeiten, demonstriert Bemühungen verschiedenster Anwender und Einrichtungen: Wissenschaftliche Institute der Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, der Universitäten, Hochschulen und der Bauakademie, ferner von Instituten, die den einzelnen Ministerien zu- oder nachgeordnet waren, sowie von Ämtern bzw. Abteilungen territorialplanerischer Aufgabengebiete im kommunalen Bereich, die Informationssysteme zur Flächenstatistik, Flächennutzung, Raumplanung u.ä. Sachgebieten aufbauten. Die in den genannten Einrichtungen meist experimentell entwickelten Systeme orientierten sich vorzugsweise auf einen mittleren und kleinen Maßstabsbereich. Als Datenquellen dienten Luftbilder, Satellitenaufnahmen und Stadtkartenwerke.

In der gegenwärtigen Umbruchsphase kann nicht gesagt werden, welche Einrichtungen mit welchem Stellenwert und mit welcher Aufgabenspezifik im gesellschaftlichen Gesamtgefüge ihren Arbeitsgegenstand und Verantwortungsbereich im hier interessierenden Zusammenhang der Raumplanung und Flächennutzung und damit der Nutzung flächenstatistischer Methoden behalten werden.

*) Dr. Helma Neumann, Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Berlin-Alexanderplatz.

Über Wissenschaftliche Einrichtungen und der automatisierten Bereitstellung karto

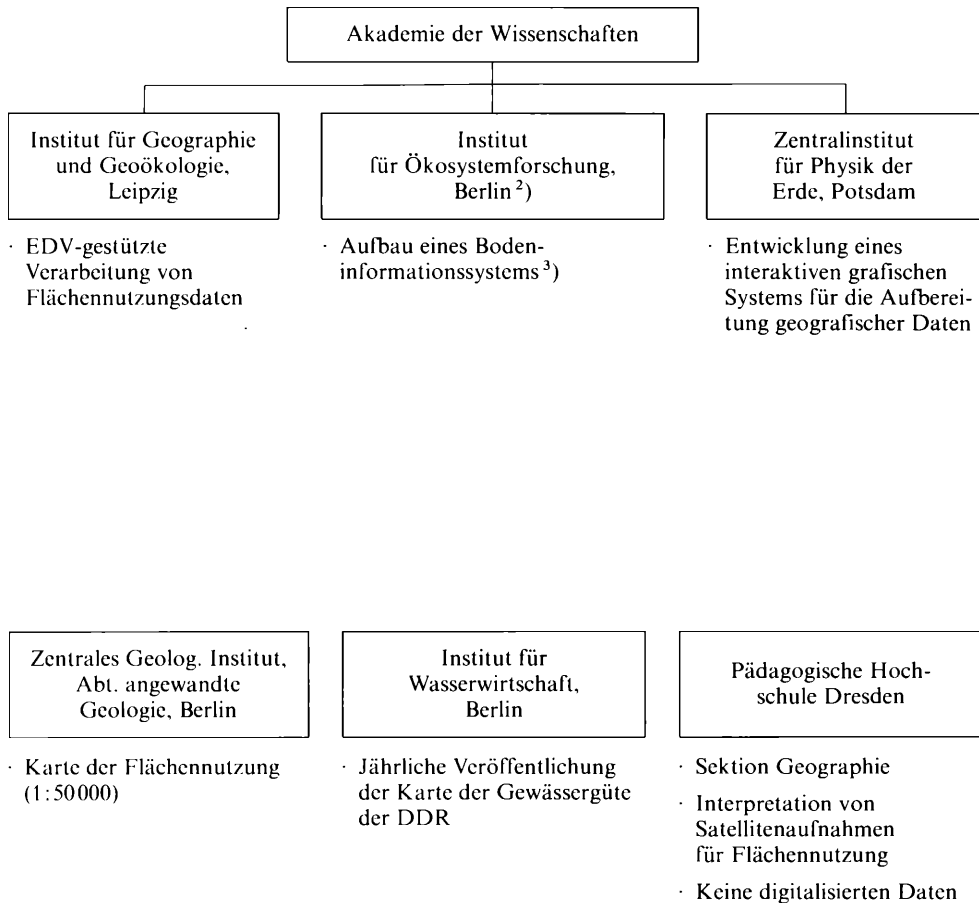


¹⁾ Weitere Arbeitsgruppen gleichen Profils sind in Greifswald, Dessau, Dresden und Jena angesiedelt.

²⁾ Ehemals Zentrales Kybernetisches Institut.

³⁾ Unter Mitarbeit des Instituts für Umweltschutz.

sicht 1
Institutionen, die auf dem Gebiet
graphischer Darstellungen arbeiten



2 Darstellung und Anwendungsbeispiele des Projektes "Grafisches Informationssystem für kommunale Einrichtungen (GIS)" und dessen ursprüngliche Perspektive

1987 wurde mit der Projektierung eines "Territorialen geographischen Datenspeichers für die Räte der Bezirke", genannt Grafisches Informationssystem für kommunale Einrichtungen (GIS), im groß- und kleinmaßstäbigen Bereich beim Datenverarbeitungszentrum Schwerin begonnen. In diesem raumbezogenen Informationssystem werden thematische Informationen mit topographischen Informationen verknüpft. Dieses Informationssystem ermöglicht die Darstellung komplexer territorialer Zusammenhänge zur Unterstützung gebiets- bzw. flächenbezogener Entscheidungen. Das Besondere der Informationsbereitstellung besteht in der Möglichkeit, thematische Inhalte mit einer Koordinatenbank, die auf der Grundlage großmaßstäbiger Karten gewichtete Mittelpunkt der Flächen enthält sowie Gebiets- und administrative Grenzen darstellen kann, zu verbinden. Die topographischen digitalisierten Informationen ermöglichen zugleich eine - systemgerechte - digitale Verknüpfung.

Das GIS ist ein horizontal integriertes Datenverarbeitungssystem. Es bildet alle geometrischen Daten raumbezogener Informationen, also die einer Stadt, eines Wohngebietes, eines Wahlkreises, eines Verkehrsbezirkes, eines Arbeitsamtsgebietes oder anderer administrativer Einheiten und Gebiete, die auch "Planungsgebiete"¹⁾ genannt werden, aufgrund ihrer gemeinsamen Flächenbezogenheit mit ihren geodätischen Koordinaten des Gauß-Krüger-Koordinatensystems in einem Datenmodell ab. Die geometrischen Daten werden durch Verknüpfungselemente mit den in einer grafischen Basisdatei (GRABAS) getrennt gespeicherten Fachdaten verbunden.

Die im GIS enthaltenen Informationen bieten eine einheitliche Basis für die planenden Bereiche und machen wiederholte Erfassungsarbeiten, mit denen sich oft Ungenauigkeiten einschleichen, überflüssig: zugleich

- ist eine ständige Aktualisierung möglich,
- durch Plotten kann eine Zeichnung im beliebigen Maßstab erstellt werden,
- anhand der grafischen Informationen sind Berechnungen durchführbar und
- grafische Elemente können frei gewählt und verschiedenen Ebenen zugeordnet werden.

1) Unter dem Terminus "Planungsgebiet" werden genau umrissene Gebiete oder Territorien - unabhängig von der administrativen Begrenzung - mit einer bestimmten Zweck- oder Zielbestimmung der Nutzung verstanden (z.B. ein ökologisch wichtiges Gebiet).

Der Aufbau dieses GIS setzt durch die Kommunen voraus:

- die Bereitstellung eines Stadtkartenwerkes mit den Maßstäben 1 : 500 bis 1 : 5 000 einschließlich ihrer Digitalisierung,
- die Übergabe der nach einem einheitlichen System verschlüsselten Indikatoren und
- die Festlegung der einzubeziehenden administrativen Flächen

sowie durch das Rechenzentrum:

- die Datenerfassung und
- die Realisierung von Datenbankschnittstellen zu den Fachdatenbanken und den anderen notwendigen Informationssystemen.

Die Darstellung der Projektstruktur des GIS (siehe Übersicht 2, S. 142) demonstriert den konzeptionellen Ansatz dieses Informationssystems. Es zeigt, daß das GIS für kommunale Einrichtungen von der Gemeinde bis zum Regierungsbezirk als durchgängiges dezentrales Auskunftssystem konzipiert ist.

Über die Datenbank (GRABAS) können zu verschiedenen Themen flächenbezogene Aussagen getroffen werden; so beispielsweise zur Einwohnerzahl, zur Altersstruktur, zum Ausstattungsgrad von Wohnungen, aber auch zur räumlichen Verteilung unterschiedlicher Sachverhalte, wie Wahlergebnisse u.a.m.

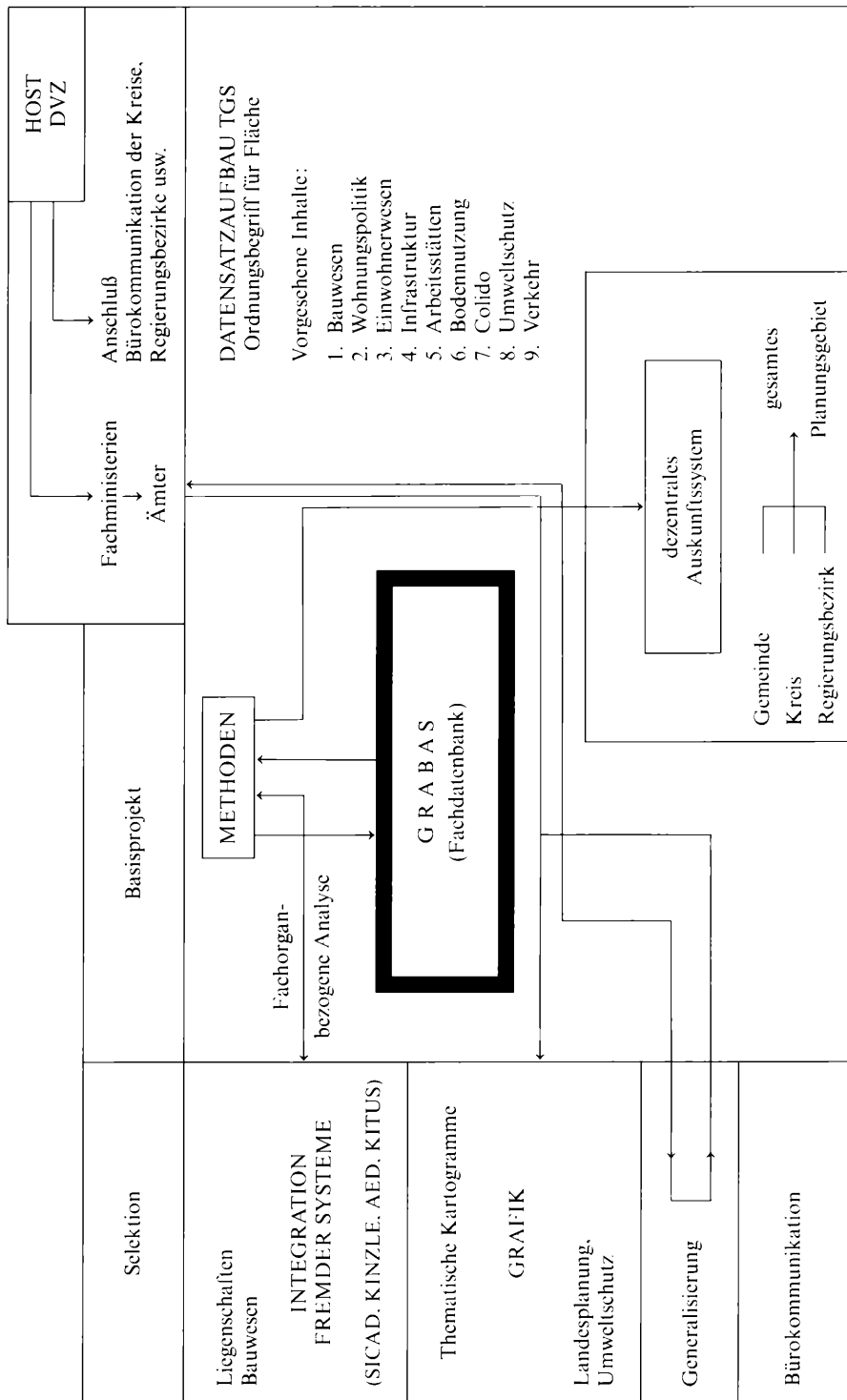
Die dargestellte Projektstrategie läßt sich in Abhängigkeit von den jeweiligen hardwaremäßigen Voraussetzungen, der Bürokommunikation und der Nutzung von Daten-netzen realisieren.

Aufbau und Arbeitsweise des GIS sind aus der Übersicht 3 (siehe S. 143) zu ersehen. Für die Darstellung der räumlich-thematischen Daten kommunaler Bereiche in Form von Karten, Diagrammen und Listen werden eine grafische Datenbank und eine Fachdatenbank aufgebaut.

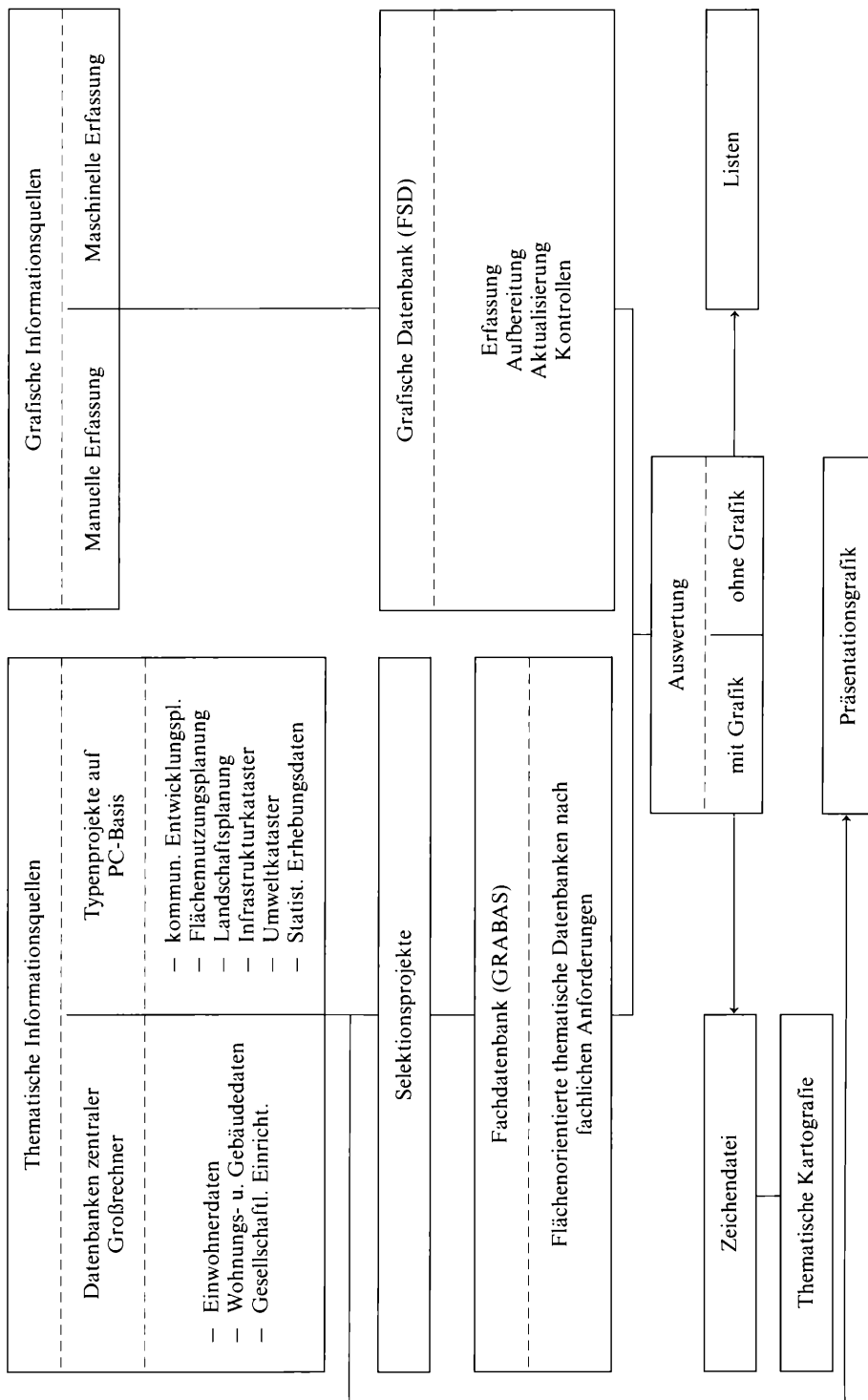
In der grafischen Datenbank werden

- Mittelpunktkoordinaten von Gebäuden und Flächen,
- Koordinaten städtischer Einheiten (Stadtgrenzen, Wahlkreisgrenzen, Wohnbereichsgrenzen) und

Übersicht 2 Projektstruktur des Grafischen Informationssystems für kommunale Einrichtungen (GIS)



Übersicht 3 Grafisches Informationssystem für kommunale Einrichtungen (GIS) – Aufbaukonzept



- Funktionsgebiete²⁾ einschließlich ihrer Grenzen

manuell oder maschinell erfaßt.

In die Fachdatenbank können Daten eingehen:

- zur kommunalen Entwicklung,
- zur Flächennutzung,
- zur Landschaftsplanung,
- zum Umweltkataster,
- zum Infrastrukturkataster und
- zu sonstigen statistischen Informationen.

In diese Fachdatenbank können aber auch thematische Daten aus zentralen Datenbanken oder PC-Typenprojekten durch Selektion übernommen und mit den räumlichen Daten der grafischen Datenbank zu räumlich-thematischen Daten verknüpft werden.

In der 1. Entwicklungsstufe des Projektes wurden die Daten auf Großrechnern gepflegt. Die Verknüpfung der Daten erfolgte auf dem Personalcomputer.

In der 2. Stufe wurde die Großrechentechnik abgelöst. Die Wartung, Pflege und Verknüpfung der Daten erfolgt auf dem Personalcomputer. Die Daten werden erst nach Abschluß ihrer Korrektur ausgetauscht.

Die Übersicht 4 (siehe S. 146) - Grundlagen und Datenquellen des Projektes GIS - gibt noch einmal einen Gesamtüberblick. Das GIS ist ein System, das dBASE-Dateien mit grafischen Daten verbindet, die über den territorialen Schlüssel, Territorialer Grundschlüssel (TGS) genannt, oder andere Schlüssel zu einer Flächenschlüsseldatei und über Selektion zu einer grafischen Aussage geführt werden. Es kann jede dBASE-Datei verwendet werden, die Ordnungsbegriffe wie Gemeindenummer (GNR), Territorialer Grundschlüssel (TGS), Flächennummer (FNR) bzw. Teilflächennummer (TFNR) enthält. Es ist aber zwingend notwendig, daß die Ordnungsbegriffe der dBASE-Datei mit den Ordnungsbegriffen der Grenzdatei übereinstimmen, da sonst eine Zuordnung beider Dateien nicht möglich ist. GIS erzeugt eine DXF-Datei (DXF-Schnittstelle), mit deren Hilfe man über entsprechende Grafiksoftware grafische Karten erstellen und ausdrucken kann. Es benutzt auf der Grundlage von dBASE eine Anwendersoftware mit der Bezeichnung "DDS", die vom Datenverarbeitungszentrum Schwerin zum Tren-

2) Funktionsgebiete sind genau umrissene Flächen, die sich durch bestimmte Besonderheiten oder Gemeinsamkeiten auszeichnen.

nen und Zusammenfassen von Datenbanken entwickelt wurde sowie AUTOCAD und AUTOSKETCH.

Im GIS werden folgende grafische Auswertungsmethoden angewandt:

- Punktmethode,
- Schraffurmethode,
- Kartogrammmethode,
- Symbolmethode,
- Säulendiagramm und
- Kreisdiagramm.³⁾

Die Schaubilder 1 bis 7 zeigen eine Auswahl dieser Darstellungsmöglichkeiten.

Das Schaubild 1 "Realisierung des Dachinstandsetzungsprogrammes" (siehe S. 147) zeigt, wie Daten aus einem rechnergestützten Informationssystem für Leitungsaufgaben zu einem Überblick der geplanten, realisierten und nichtrealisierten Reparaturen von Dächern aufbereitet und mit Hilfe von Symbolen dargestellt werden.

Das Schaubild 2 "Verteilung des leerstehenden Wohnraumes" (siehe S. 148) informiert mittels der Punktmethode einen kommunalen Bereich Wohnungspolitik über Wohnraumkapazitäten. Die Daten wurden aus dem Datenspeicher Wohnungspolitik selektiert. Durch die Markierung des Gebäudemittelpunktes mit einem Kreuz wird gezeigt, wo sich Gebäude mit mindestens einer leerstehenden Wohnungseinheit befinden. Gebäude mit leerstehenden Wohnungen werden dadurch erkannt, daß Bewohnerdaten zu den Wohnungseinheiten fehlen.

Die Schaubilder 3 "Ausstattung der Wohnungen mit Fernheizung" (siehe S. 149) und 4 "Territoriale Differenziertheit der Ausstattung des Wohnungsbestandes mit sanitären Einrichtungen je Wahlkreis" (siehe S. 150) stellen Aspekte der Wohnungsqualität mit der Schraffur- und Kartogrammmethode dar.

Das Schaubild 5 "Verteilung der Ein- und Mehrraumwohnungen" (siehe S. 151) verdeutlicht mit Hilfe eines Kreisdiagramms die Anteile der einzelnen Wohnungstypen.

In den Schaubildern 6 und 7 (siehe S. 152 und S. 153) wurde die Säulendiagramm- und Schraffurmethode zur Darstellung von Wahlergebnissen genutzt.

3) In den grafischen Darstellungen werden keine "echten" Daten genutzt.

Übersicht 4

Grundlagen und Datenquellen des Projektes GIS

GIS stellt raumbezogene Informationen für die Qualifizierung der Leitungstätigkeit von Städten, Kreisen und Ländern zur Verfügung
(z.B. Entscheidungshilfen in Form von grafischen Karten und Übersichten)

GIS liefert Darstellungen von Schwerpunktgebieten, Einzugsgebieten, Handels- und Verkehrseinrichtungen, Bildungseinrichtungen und medizinischen Einrichtungen

Grundlage des Projektes:

- Datenbank "Flächenschlüsseldatei"
beinhaltet die Gebietsgrenzen und Gebäudemittelpunkte
- Datenbank "Grafische Basisdatei"
beinhaltet thematische Informationen zur Kartenerstellung

Datenquellen:

- manuelle/maschinelle Erfassung der Gebietsgrenzen und Gebäudekoordinaten auf Grundlage des Stadtkartenwerkes
- Datenspeicher Wohnungspolitik mit Informationen zu Gebäuden und Wohnungen
- Datenspeicher Territorialer Grundschlüssel mit der Schlüsselssystematik der Gebietsstrukturierung
- Einwohnerdatenspeicher mit den Altersangaben der Einwohner je Gebäude
- Datenspeicher Gesellschaftliche Einrichtungen mit entsprechenden Einzelinformationen

Schaubild 1
Realisierung des Dachinstandsetzungsprogrammes für Dresden/Stb Ost

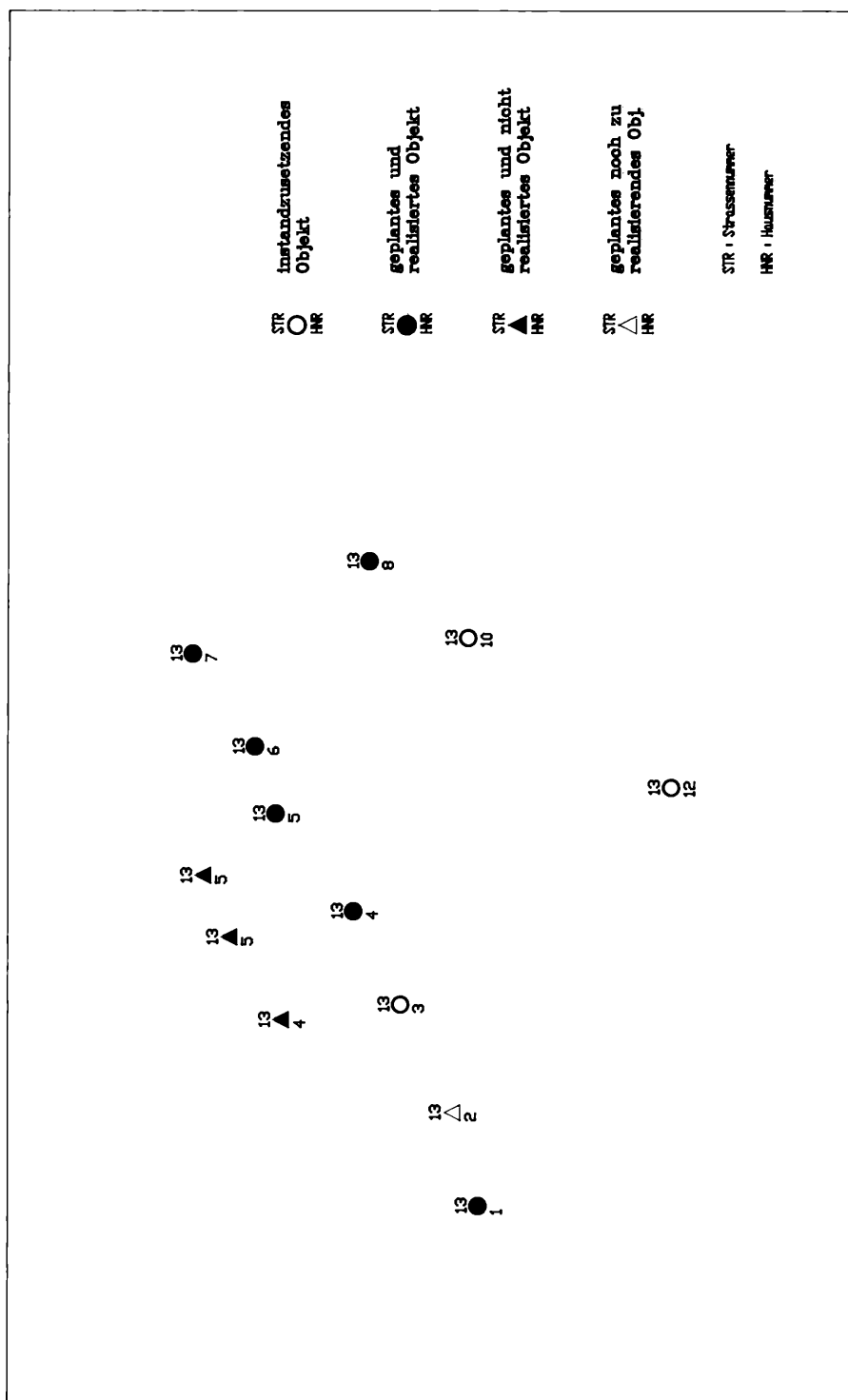


Schaubild 2
Verteilung des leerstehenden Wohnraumes für die Stadt Schwerin

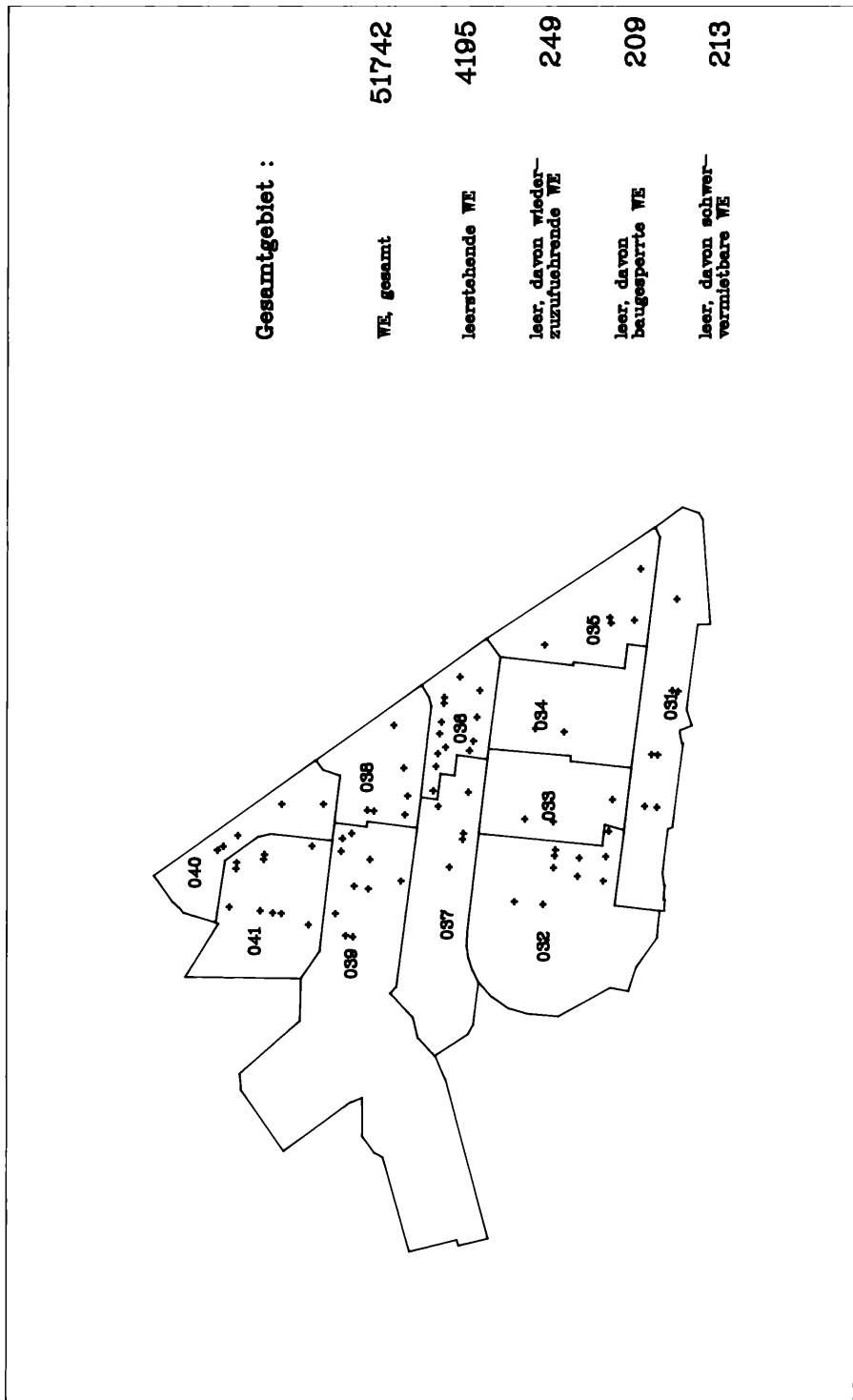


Schaubild 3
Ausstattung der Wohnungen mit Fernheizung für Dresden/Stb Mitte

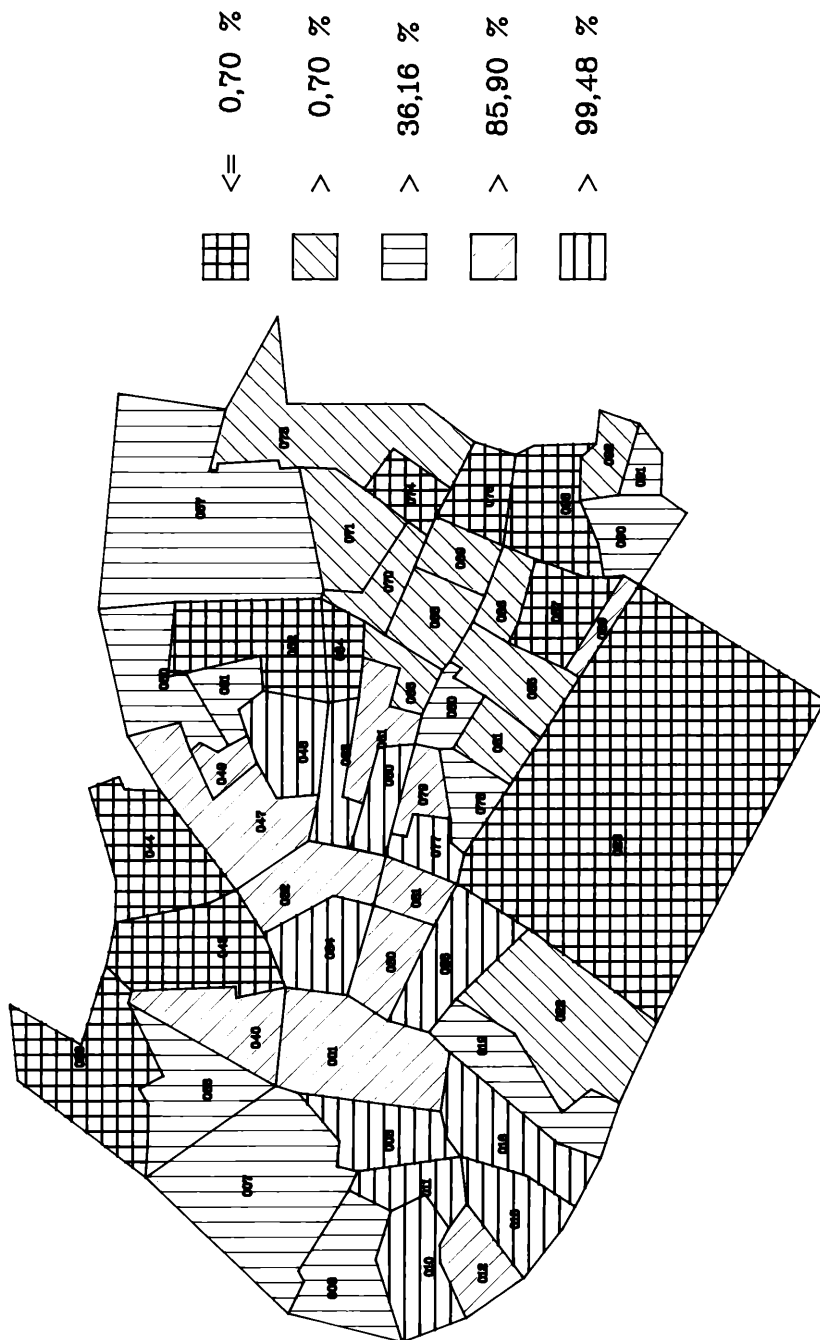


Schaubild 4
Territoriale Differenziertheit der Ausstattung des Wohnungsbestandes für Dresden/Stb Mitte

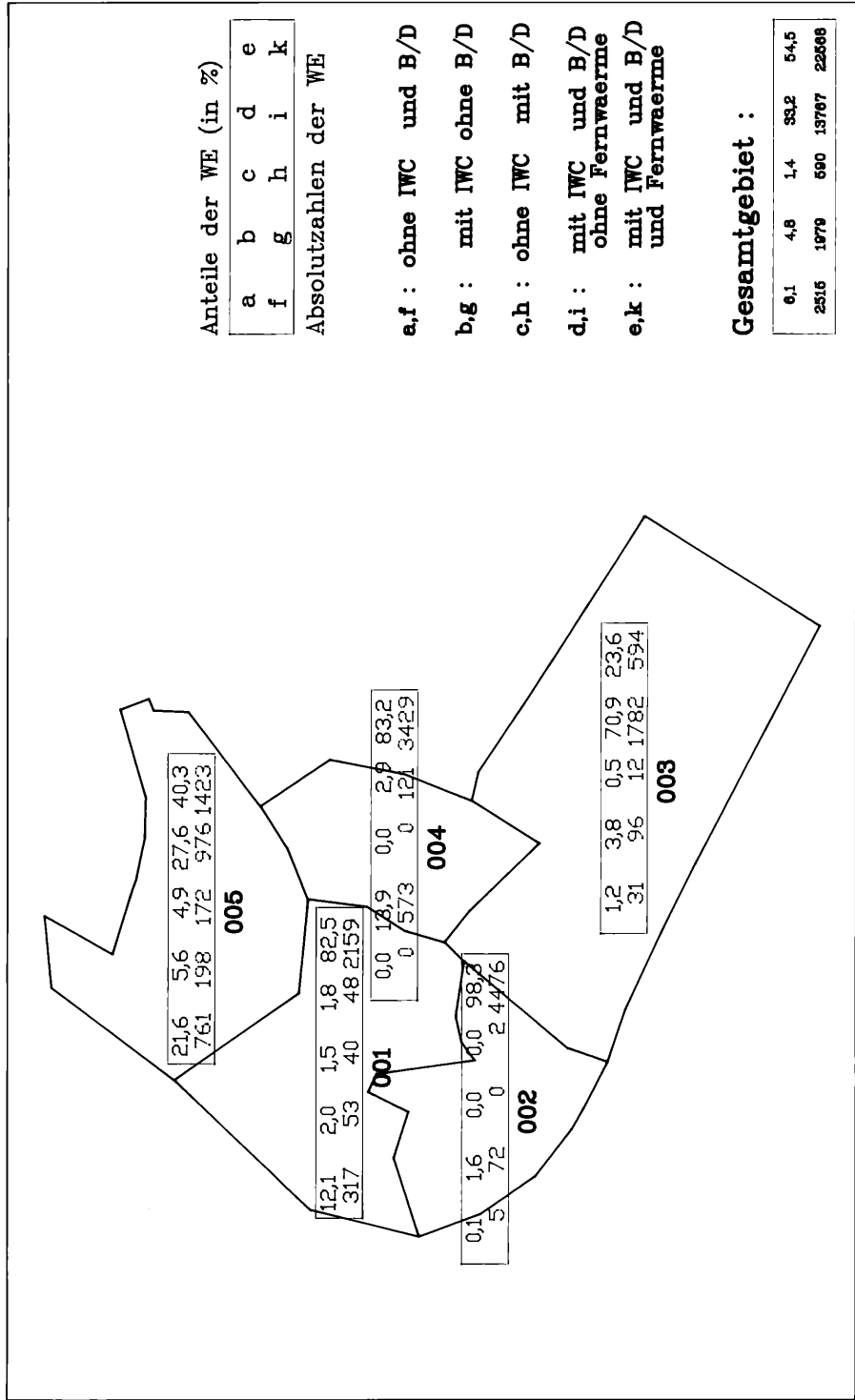


Schaubild 5
Verteilung der Ein- und Mehrraumwohnungen für die Stadt Schwerin

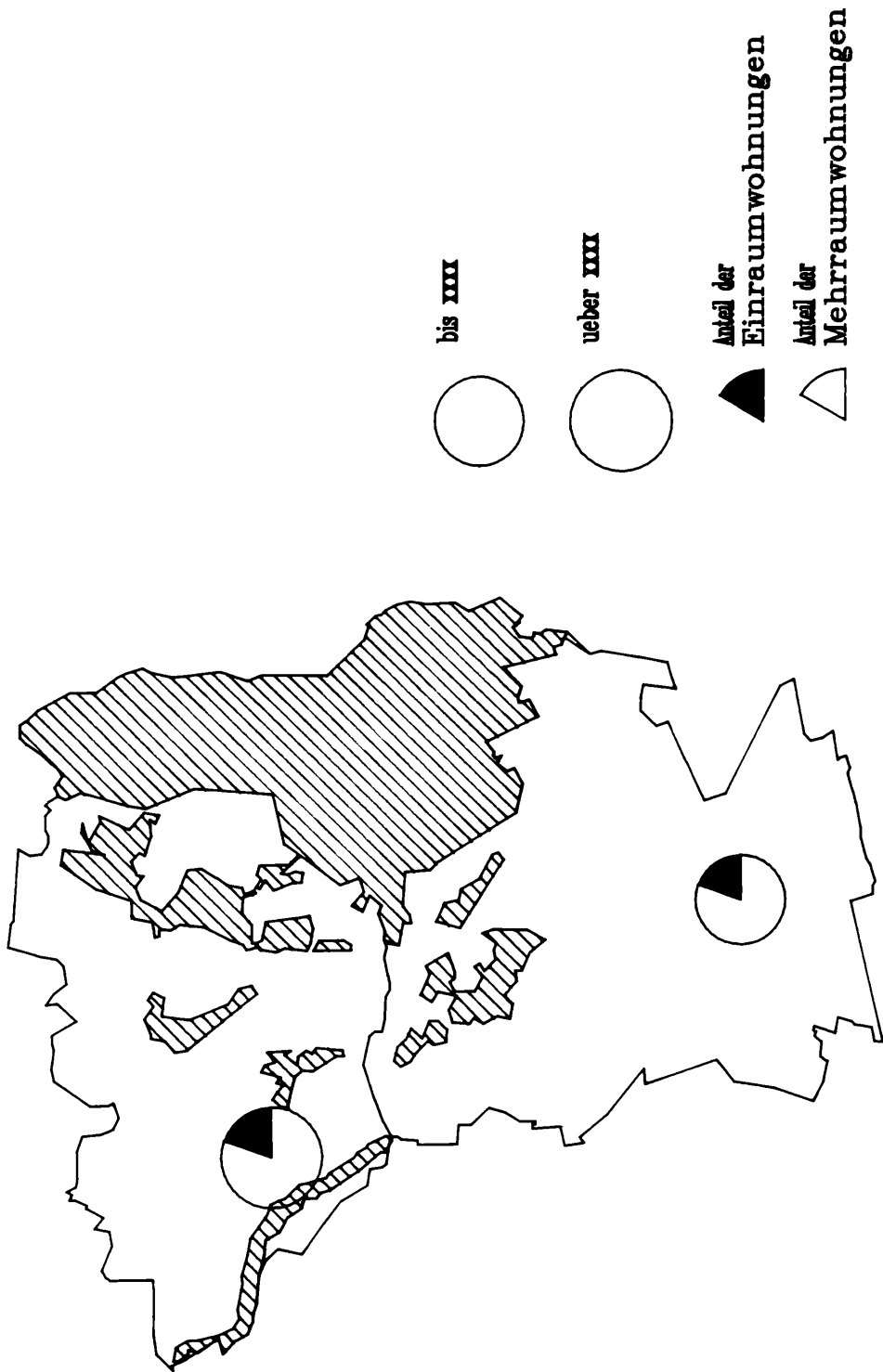


Schaubild 6
Stimmenanteile der Volkskammerwahl und Kommunalwahl 1990 für die Stadt Schwerin

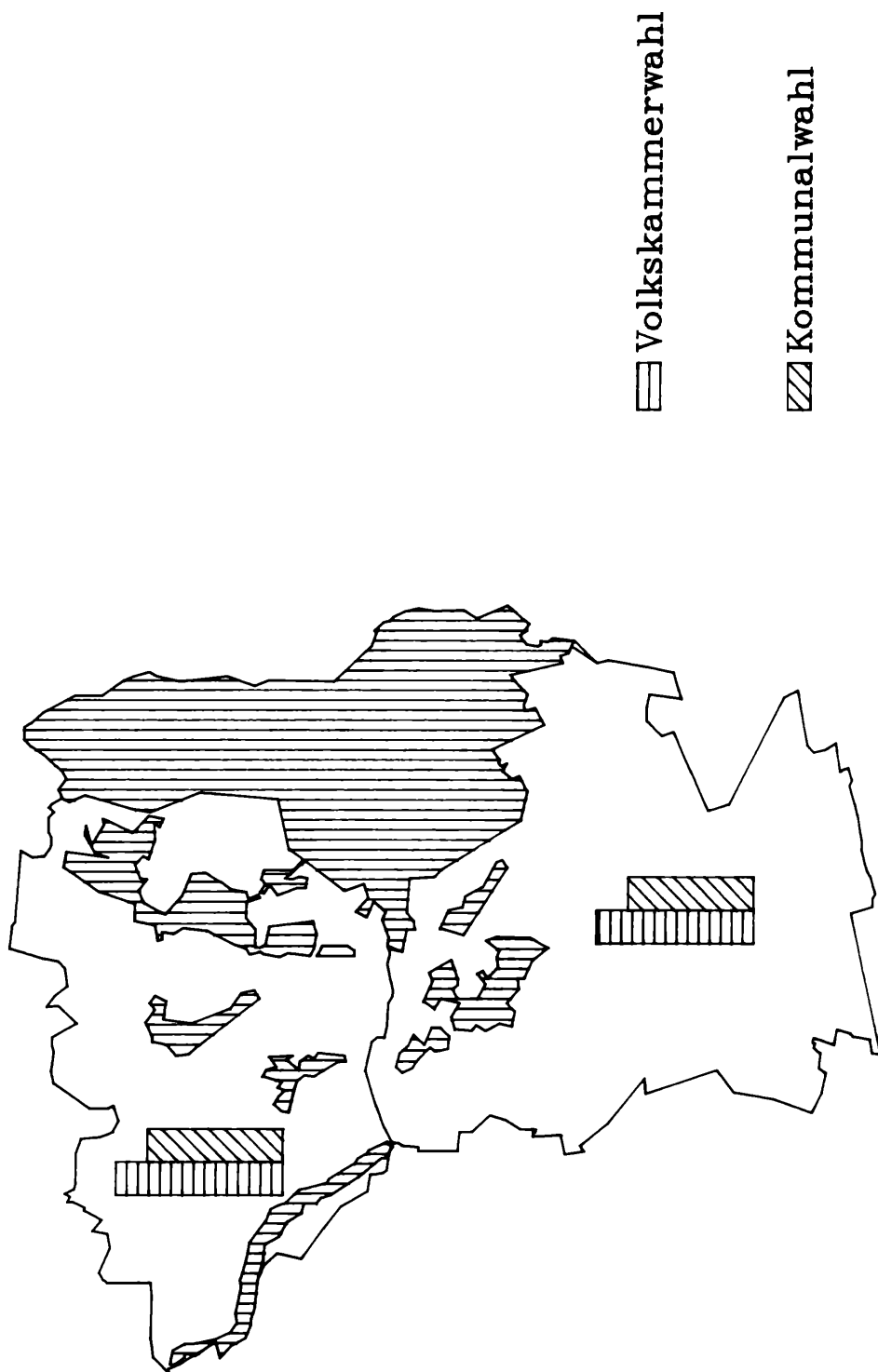
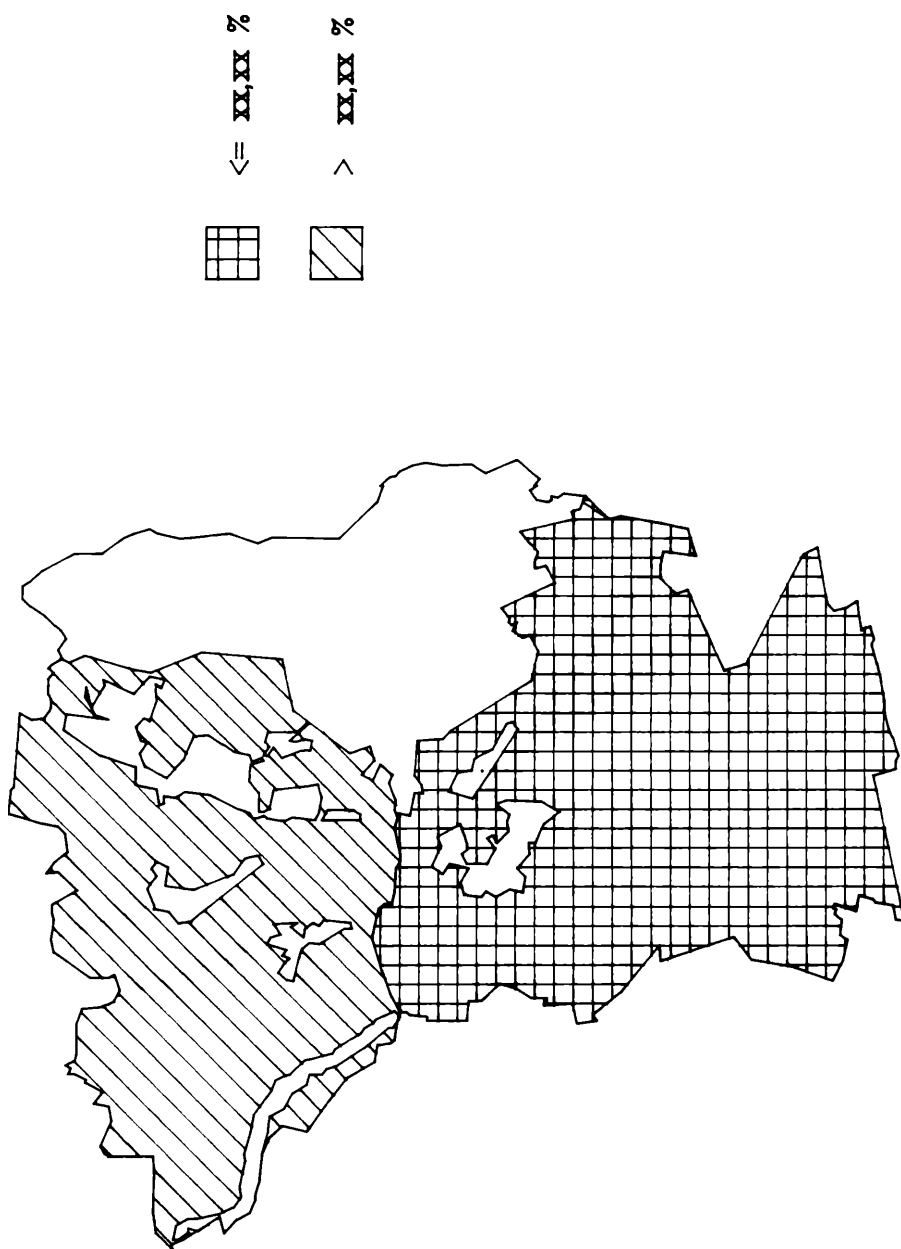


Schaubild 7
 Wahlbeteiligung an der Volkskammerwahl 1990 für die Stadt Schwerin



3 Informationen zum Projekt "Computergestützte Liegenschaftsdokumentation (COLIDO)"

Das EDV-Typenprojekt Computergestützte Liegenschaftsdokumentation, genannt COLIDO, wurde 1985 im Auftrage des Ministerium des Innern, das für das Liegenschaftswesen der ehemaligen DDR zuständig war, begonnen. Durch die Einführung und Anwendung von COLIDO werden das Nutzungsgrundbuch (einschließlich Betriebsübersichten) und die Liegenschaftsstatistik, d.h. die Hauptübersichten der Liegenschaften und Bodennutzung sowie die Flächennachweise der Eigentums- und Nutzerstruktur aus dem Inhalt des Liegenschaftskatasters maschinell abgeleitet und kreisweise ausgegeben. Die Daten für die kommunale Lagebezeichnung (Straße, Hausnummer) sind noch nicht zu allen Kreisen erfaßt. Die Speicherung und Verarbeitung der Daten erfolgt zentral im Datenverarbeitungszentrum Halle auf einem ESER-Großrechner. Die Einführung von COLIDO (Ausgabesystem ist eine 8-Bit-Version) ist in allen Stadt- und Landkreisen der ehemaligen DDR außer in Berlin (Ost) und 2 Kreisen im Bezirk Potsdam abgeschlossen. Damit wurde zugleich die zentrale Mikrofilmausgabe der Daten durch eine mikrorechnergestützte abgelöst.

In Berlin (Ost) wurde COLIDO wegen der erforderlichen Erneuerung des bodenrechtlich-topografischen Kartenwerkes 1 : 1 000 und der Bodennutzungsgrundkarten 1 : 5 000 nicht eingeführt. Gegenwärtig wird hier jedoch mit der wissenschaftlich-technischen Vorbereitung der Einführung eines Automatisierten Liegenschaftsbuches (ALB) analog zur Bundesrepublik Deutschland begonnen.

Flächendeckend für das Territorium der ehemaligen DDR liegt das Liegenschaftskartenwerk im Maßstabsbereich von 1 : 500 bis 1 : 5 000 vor. Eine automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) gibt es jedoch für dieses Territorium nicht. Seit dem II. Quartal 1990 werden in der Forschungsleitstelle des Amtes für Vermessungs- und Kartenwesen konzeptionelle Untersuchungen zur Anwendung der Programmsysteme ALB und ALK der Bundesrepublik Deutschland im Liegenschaftswesen der ehemaligen DDR unter Nutzung des SICAD-Systems durchgeführt. Ein produktiver Ansatzpunkt, die Aufnahme geodätischer Koordinaten als Schlüssel für territoriale Datenbanken im COLIDO, wird seit einiger Zeit einer theoretischen Prüfung unterzogen. Es wäre prinzipiell möglich, ausgehend von der Koordinatenadresse eines beliebigen Planungsgebietes im GIS, die in der Flächen- und Punktdatenbank von COLIDO entsprechenden Koordinatenadressen aufzufinden, die dann eine eindeutige Verbindung zu den Flurstückabschnittsadressen und somit zu allen in COLIDO gespeicherten Informationen ermöglichen. Auf diese Weise ist eine Verbindung der Flächenschlüsseldatenbank des Projektes GIS zum Projekt COLIDO für Zwecke der Bereitstellung von Informationen zu Flurstücksabschnitten mit den bereits erfaßten Gebäudemittelpunkten möglich. Im GIS kommt man über den Mittelpunkt und dem erweiterten TGS (mit Gebäudenummer) zur Anschrift eines jeden Gebäudes.

Für den Statistiker sind die flächenbezogenen Abhebungen statistischer Daten von besonderem Interesse. Sie bilden die Nomenklatur der Nutzungs- und Kulturarten der in

COLIDO enthaltenen Angaben gegliedert in 3 Hauptgruppen mit 19 Nutzungsarten. Übersicht 5 (siehe S. 156) gibt die Nomenklatur der Nutzungs- und Kulturarten wieder.

Die Kennziffern nach dieser Nomenklatur der Nutzungs- und Kulturarten weichen signifikant von dem Konzept des Nutzungskataloges der Arbeitsgruppe der Vermessungsverwaltung (AdV) von 1983 ab. Die genannten Nutzungsarten werden für alle Kreise in gleicher Weise erhoben. Sie werden nach den Nutzungsarten: landwirtschaftliche Nutzflächen (untergliedert in 4 Kategorien), unbebaute Flächen außerhalb der landwirtschaftlichen Nutzflächen und sonstige Wirtschaftsflächen, kreisbezogen erfaßt. Die sonstigen Flächen werden dabei allerdings ungegliedert ausgewiesen, was für planerische Zwecke ein Informationsverlust ist. Aus Gründen fehlender Kapazität, Zeitmangel und fehlender materieller Voraussetzungen (mangelnde Ausrüstung mit Computertechnik) mußte auf eine differenzierte Erhebung verzichtet werden. Es wird lediglich die tatsächliche Nutzungsart und nicht die geplante erfaßt. Im Statistischen Jahrbuch der ehemaligen DDR werden die Wirtschaftsflächen nach Nutzungsarten ausgewiesen. Für die Beschreibung der Zugehörigkeit der Flurstücke zu den Bezirken (Ländern), Kreisen und Gemeinden wurden die Kennziffern des Gemeindeverzeichnisses der ehemaligen DDR (Teil des TGS) verwendet.

4 Vorhaben zur Erprobung des Statistischen Bodeninformationssystems (STABIS) in 4 ausgewählten Testgebieten auf dem Gebiet der ehemaligen DDR bei gleichzeitiger Verknüpfung mit dem Projekt GIS

Abschließend sollen noch einige Ausführungen zu einem für die zukünftige Arbeit sehr wesentlichen Projekt gemacht werden: zur Vorbereitung der Erprobung von STABIS in Testgebieten auf dem Territorium der ehemaligen DDR.

Entsprechend der Grundorientierung, kurzfristig die Kompatibilität der Statistik in beiden Statistischen Ämtern herzustellen, ergaben sich auch für den Sektor Flächennutzung entsprechende Aufgaben.

Das Statistische Bundesamt, Wiesbaden, hatte in der Pilotstudie STABIS den Aufbau eines raumbezogenen Informationssystems, dessen Basisdatenbestand eine aus Luftbildinterpretation gewonnene digitale Bodennutzungskarte verkörpert, konzipiert.

Das Konzept des Sektors Flächennutzung sieht nun vor, im Herbst 1990 diese Form statistischer Datenerhebung und -auswertung in 4 Testgebieten gemeinsam mit dem Statistischen Bundesamt, Wiesbaden, zu erproben. Übersicht 6 "Ablaufplan zur Erprobung des Statistischen Bodeninformationssystems STABIS" (siehe S. 158 f.) soll das verdeutlichen. Als Datenquellen dienen Luft- und Satellitenbilder sowie topographische Karten (im Maßstab 1 : 25 000).

Übersicht 5

Nomenklatur der Nutzungsarten

Kenn- ziffer	Nutzungsart ¹⁾	
LN	I.	Landwirtschaftliche Nutzfläche
01	A	Ackerland
02	GR	Grünland
03	G	Gartenland
04	OB	Obst- und Weinbauanlagen sowie Baumschulen
10	Landwirtschaftliche Nutzfläche, insgesamt	
AL	II.	Unbebaute Flächen außerhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche
11	K	Korbweidenanlagen
12		Forsten und Holzungen (Forstwirtschaftl. Nutzfläche)
13	OE	Ödland
14	AB	Abbauland
15	U	Unland
16	WA	Wasserflächen
S	III.	Sonstige Wirtschaftsflächen
21	VS	Straßenverkehrsflächen
22	VE	Eisenbahnverkehrsflächen
23	VL	Luftverkehrsflächen
24	GF	Gebäude- und Gebäudenebenflächen
25	SE	Sport- und Erholungsflächen
26	D	Deiche und Dämme
27	GB	Gedenkstätten und Bestattungsplätze
28	SF	Sonstige Flächen
30	Sonstige Wirtschaftsflächen, insgesamt	
40	Gesamtfläche	

1) 01 bis 04 Kulturarten.

Als Testgebiete wurden ausgesucht:

- Stadtgebiet Dresden,
- Raum Zittau,
- Stadtgebiet Schwerin und
- Raum Eberswalde.

Das Testgebiet Zittau ist aufgrund der weitgetriebenen Braunkohleförderung und der Emissionen der Braunkohlekraftwerke besonders umweltbelastet und so als ein Testgebiet recht aussagerelevant. Das Testgebiet Eberswalde seinerseits ist durch umfangreiche Waldgebiete, die besonderer Natur- und Landschaftsschutzmaßnahmen bedürfen, gekennzeichnet.

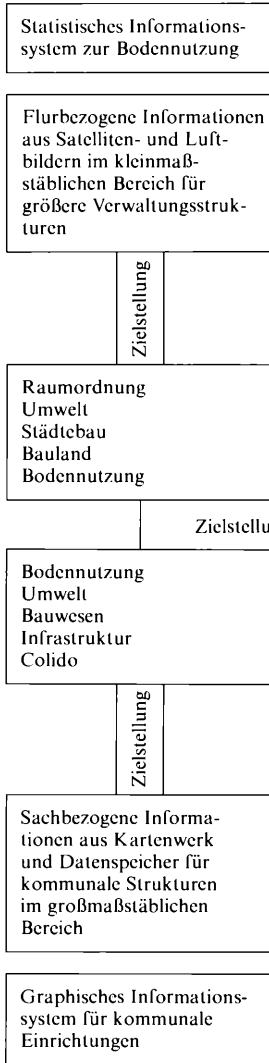
Die erforderlichen vorbereitenden Arbeitsschritte sind eingeleitet. Die digitalisierten Daten der Testgebiete werden bis Ende November 1990 entsprechend den Bedingungen der definierten technischen Schnittstelle dem Statistischen Bundesamt, Wiesbaden, übergeben. Die Verarbeitung der Daten wird durch STABIS realisiert.

Zielstellung dieses Testes ist die Erprobung des STABIS in folgender Hinsicht:

1. Überprüfung der im Test gewählten Verfahren zur Interpretation, Aufbereitung und Auswertung der aus Luftbilddaufnahmen sowie auf der Grundlage topographischer Karten (Maßstab 1 : 25 000) gewonnenen Informationen zum Territorium der ehemaligen DDR.
2. Darstellung der Nutzungsarten in einer Computerkarte; d.h. Darstellung der Nutzungsarten in ihrer Häufigkeitsverteilung.
3. Prüfung und Vergleich der Klassifikation von Bodennutzungsarten verschiedener Datenbestände. Die bisher auf dem Territorium der ehemaligen DDR verwandten Klassifikationssysteme zur Bodennutzung sind - wie bereits ausgeführt - untereinander nicht kompatibel. Es sind deshalb noch eine Reihe klassifikatorischer Arbeiten zu leisten.
4. Ermittlung von Schnittstellen zu vorhandenen und gespeicherten digitalen geometrischen Daten anderer Quellen. Das betrifft insbesondere die einleitend charakterisierten Projekte GIS und COLIDO.

Über Ablaufplan zur Erprobung des Sta

STABIS



GIS

Testgebiete

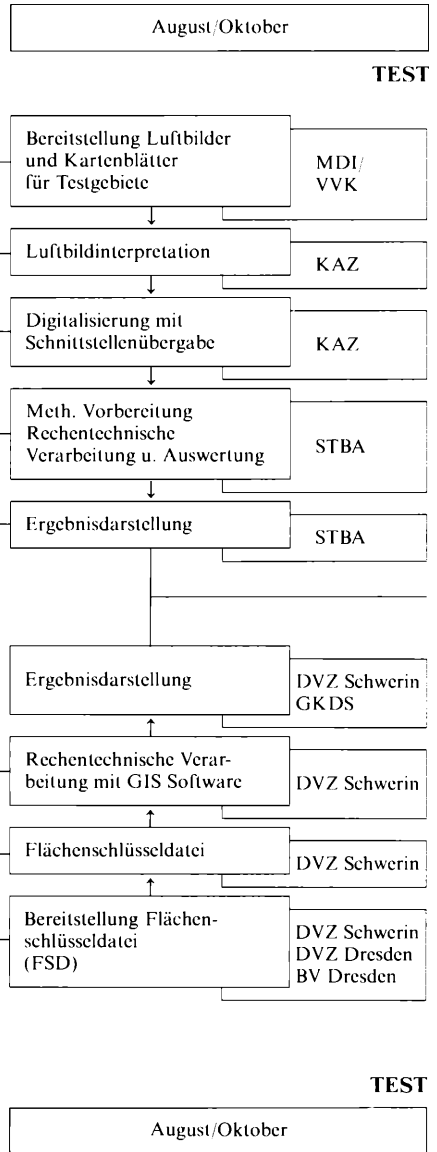
Stadt Dresden
Raum Zittau
Stadt Schwerin
Raum Eberswalde

Kompatibilität
Schnittstellen
Nomenklatur
Test

Testgebiete

Stadt Dresden
Raum Zittau
Stadt Schwerin
Raum Eberswalde

Ablaufplan



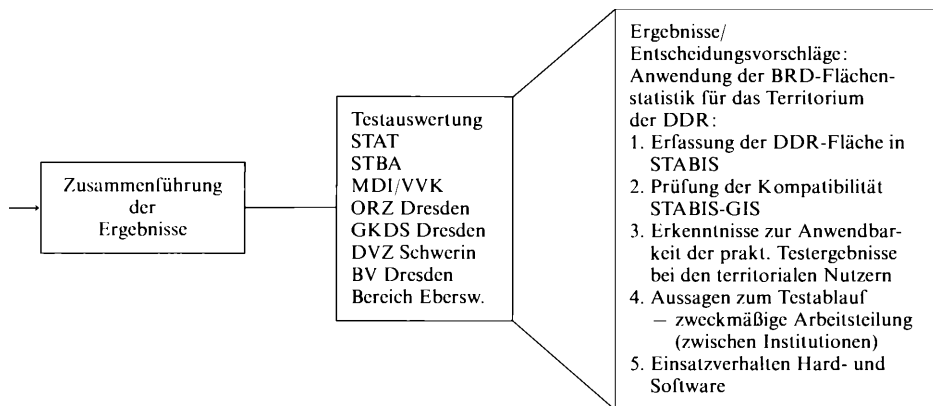
TEST

TEST

sicht 6
tistischen Bodeninformationssystems (GIS)

November/Dezember	Dezember	Dezember/Januar
-------------------	----------	-----------------

TEST



TEST

November/Dezember	Dezember	Dezember/Januar
-------------------	----------	-----------------

Für die Testgebiete Schwerin, Dresden und Zittau liegen die digitalisierten Daten im großmaßstäbigen Bereich unter Nutzung des GIS vor. Damit können Möglichkeiten erprobt werden, über die Schnittstelle STABIS-GIS regionale Tiefeninformationen zu den Nutzungsgebieten zu ermitteln. Meines Erachtens könnte GIS die Flächeninterpretation von Problemgebieten - z.B. bei der eindeutigen Interpretation der Flächennutzung hinsichtlich unterschiedlicher Nutzungsarten unterstützen. Die durch STABIS erfaßten Basisdaten könnten durch Daten aus der kommunalen Ebene im großmaßstäbigen Bereich ergänzt und somit vertieft werden.

STABIS - Ein raumbezogenes Informationssystem in der Statistik

1 Pilotstudie STABIS

Die amtliche Statistik beschäftigte sich bisher hauptsächlich mit sozioökonomischen Sachverhalten, so daß in den meisten traditionellen Erhebungs- und Verarbeitungsformen statistischer Daten nur ein indirekter Raumbezug in Form der Adresse des Befragten notwendig und zweckmäßig war. Bezüglich der regionalen Gliederung können diese Daten nur starren Gebietseinheiten zugeordnet werden, z.B. Gemeinden oder Kreisen. Auswertungen in Form von Tabellen oder thematischen Karten beziehen sich dann stets auf diese Regionen, und Informationen, die die Lage der Erhebungseinheiten innerhalb dieser Regionen betreffen, können aus diesen Daten nicht mehr gewonnen werden.

In den letzten Jahren entstand ein Bedarf an Daten über den Zustand der Umwelt und seine Veränderung, der eine stärkere Einbeziehung der Lage der Erhebungseinheiten notwendig macht. Geographische Informationssysteme bieten die Möglichkeit, bei statistischen Daten mit direktem Raumbezug diesen in Form von Lagekoordinaten zu berücksichtigen. Die Daten lassen sich dann unter Berücksichtigung ihrer Lage zueinander analysieren und die Ergebnisse auf beliebige Gebietseinheiten beziehen. Die Ableitung qualitativ neuer statistischer Informationen wird dadurch möglich.

Die Bodennutzung liefert ein wichtiges Beispiel dafür, daß ohne direkten Raumbezug entscheidende Informationen verloren gehen: Bisher gab es bundesweit nur aggregierte Bodennutzungsdaten für Gemeinden, zudem nur schlecht differenziert, während zur Ermittlung von Konflikten bezüglich der Nutzung gerade die Lage der einzelnen Flächen zueinander entscheidend ist.

Die wachsende Nachfrage nach besseren Bodennutzungsdaten führte dazu, daß im Jahr 1986 das Statistische Bundesamt vom Interministeriellen Ausschuß für Koordinierung und Rationalisierung der Statistik (IMA-Statistik) beauftragt wurde, in einer Pilotstudie Techniken der Luftbildinterpretation zur Gewinnung solcher Daten zu untersuchen und ein Konzept zur bundesweiten Realisierung eines Statistischen Informationssystems zur Bodennutzung (STABIS) vorzulegen.

Die Pilotstudie wurde Ende 1986 mit einer Voruntersuchung begonnen. Die Ergebnisse dieser Voruntersuchung sind in der Schriftenreihe Forschung des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Deggau et al. 1989) veröffentlicht.

*) Dr. Heinz Stralla, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

In der zweiten Phase der Pilotstudie wurde der entwickelte Erhebungsansatz getestet. Ein vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vergebenes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben diente dem Nachweis der Leistungsfähigkeit des geplanten Informationssystems für Fragen des Umwelt- und vor allem des Bodenschutzes. Im Rahmen des sog. STABIS-Praxistestes werden darüber hinaus noch weitere Untersuchungen im Auftrag anderer Ministerien durchgeführt, z.B. der Vergleich von Bodennutzungsdaten nach STABIS-Methode mit Daten aus den traditionellen Bodennutzungsstatistiken und eine Untersuchung über die Zusammenführung von Daten über die aktuelle und geplante Bodennutzung mit dem Ziel eines Soll-Ist-Vergleichs. Begleitet wurden diese Arbeiten durch die Entwicklung eines DV-Konzepts zur Realisierung von STABIS und Überlegungen zur Übernahme von Bodennutzungsdaten aus dem von den Landesvermessungsämtern geplanten Informationssystemen ATKIS (Harbeck 1991).

Innerhalb des vom BMU in Auftrag gegebenen Forschungsprojektes bestand die Möglichkeit einer externen Beratung im Zusammenhang mit der Entwicklung eines DV-Konzeptes für STABIS. In einer vom Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe erstellten Studie werden die wichtigsten beim Aufbau von STABIS zu berücksichtigenden DV-Aspekte behandelt (Wiesel, Schweinfurth 1990).

Der Abschlußbericht für das oben genannte Forschungsprojekt ist im wesentlichen fertiggestellt. Er enthält u.a. detaillierte Informationen über die Erhebung von Daten nach der STABIS-Methode, Beispiele für die Auswertungen dieser Daten und Überlegungen zur DV-technischen Realisierung von STABIS (Deggau et al. 1991).

2 Gewinnung von STABIS-Bodennutzungsdaten

Das raumbezogene Informationssystem STABIS bildet die erste Stufe eines offenen Geoinformationssystems für die amtliche Statistik. Zunächst ist die Erfassung der Bodennutzung und der administrativen Gebietseinheiten (Gemeinden, Kreise, ...) im Erhebungsmaßstab 1:25 000 vorgesehen. Im Rahmen der Pilotstudie STABIS wurden darüber hinaus zur Demonstration von Datenauswertungsmöglichkeiten für bestimmte Testregionen auch die geplante Bodennutzung sowie Naturschutz- und Wasserschutzgebiete erfaßt.

Grundlagen zur Gewinnung der Bodennutzungsdaten sind Schwarz-Weiß-Stereo-Luftbilder 1:32 000 des Amtes für militärisches Geowesen und Topographische Karten 1:25 000 (TK 25) der Landesvermessungsämter. Flächen homogener Nutzung werden in den Luftbildern identifiziert und in eine Folie der TK 25 eingetragen. Die Abgrenzung der einzelnen Erhebungseinheiten orientiert sich dabei an der Grundgeometrie der TK 25. Dies erlaubt eine Einschätzung der Lagegenauigkeit des STABIS-Datenbestandes. Die Luftbildinterpretation wird durchgeführt anhand einer neu entwickelten Systematik der Bodennutzungen.

Diese Systematik enthält folgende neun Nutzungsbereiche:

- 1 Baulich geprägte Flächen einschließlich Versorgungsflächen;
- 2 Aufschüttungs-, Abgrabungs- und Entsorgungsflächen;
- 3 Verkehrsflächen;
- 4 Freizeit- und Erholungsflächen;
- 5 Landwirtschaftsflächen;
- 6 Waldflächen und Gehölze;
- 7 Wasserflächen;
- 8 Feuchtgebiete, Trockenstandorte, Flächen mit lückiger Vegetation;
- 9 Brachflächen.

Die einzelnen Bereiche werden weiter hierarchisch bis auf eine 3-Steller-Ebene untergliedert, so daß insgesamt 80 Bodennutzungsarten unterschieden werden können (siehe Übersicht 1 "STABIS-Systematik der Bodennutzungen", S. 164 ff.).

Bei der Luftbildinterpretation werden in der Regel nur Flächen, die größer als ein Hektar sind, erfaßt. In Einzelfällen werden kleinere Flächen als Punktelemente einbezogen. Das Hauptverkehrsnetz (Straße und Schiene) sowie der größte Teil des Gewässernetzes werden als Linienelemente aufgenommen.

Die durch die Luftbildauswertung entstehende Interpretationsfolie wird manuell digitalisiert, wobei den erzeugten Geometrieelementen ihre Nutzungsschlüssel zugeordnet werden.

Die bisher beschriebenen Arbeitsschritte werden extern durch entsprechende Ingenieurbüros durchgeführt. Die entstehende Bodennutzungskarte wird anschließend in die STABIS-Datenbank im Statistischen Bundesamt eingespielt. Auf diese Weise wurden im Pilotprojekt 31 Testgebiete mit einer Fläche von insgesamt 167 600 ha erfaßt. Die Abbildungen 1-3 (siehe S. 167 ff.) veranschaulichen die Differenziertheit der durch das beschriebene Verfahren entstandenen digitalen Bodennutzungskarte für das Testgebiet Bonn. In diesem Testgebiet wurden 1 567 Flächen-, 1 606 Linien- und 373 Punktelemente interpretiert. Abbildung 1 (S. 167) gibt einen Überblick über die Nutzungsgruppen (2-Steller der Systematik), während in Abbildung 2 (S. 168) die Grün- und Freiflächen und in Abbildung 3 (S. 169) die Siedlungsfläche z.T. bis auf 3-Steller-Ebene dargestellt werden.

Übersicht 1

Systematik der Bodennutzungen

1 Baulich geprägte Flächen einschließlich Versorgungsflächen

11 Wohnflächen

- 111 Wohnen in offener, niedriger Bebauung
- 112 Wohnen in geschlossener, niedriger Bebauung
- 113 Wohnen in offener, hoher Bebauung
- 114 Wohnen in geschlossener, hoher Bebauung
- 115 Wohnen in Hochhausbebauung

12 Flächen mit gemischter Nutzung

- 121 Gemischte Nutzung städtischer Prägung
- 122 Gemischte Nutzung ländlicher Prägung

13 Flächen von Einzelanwesen

- 131 Landwirtschaftliche Einzelanwesen
- 132 Sonstige Einzelanwesen

14 Industrie- und Gewerbeflächen

- 141 Industrie
- 142 Einkaufszentren
- 143 Sonstiges Gewerbe
- 144 Lagerflächen

15 Flächen besonderer baulicher Prägung

- 151 Verwaltung, Sicherheit und Ordnung
- 152 Gesundheit und Soziales
- 153 Bildung, Forschung und Kultur
- 154 Wochenend- und Ferienhausbebauung
- 159 Sonstige bauliche geprägte Flächen

16 Versorgungsflächen

- 161 Energieversorgung
- 162 Wasserversorgung
- 163 Sonstige Versorgung

2 Aufschüttungs-, Abgrabungs- und Entsorgungsflächen

- 21 Aufschüttungen
- 22 Abgrabungen
- 23 Entsorgung von Abwasser
- 24 Entsorgung sonstiger Abfälle

3 Verkehrsflächen

31 Straßen

- 311 Bundesautobahnen
- 312 Bundesstraßen
- 313 Hauptverkehrszüge

32 Plätze

- 321 Parkplätze
- 322 Verkehrsplätze

33 Bahngelände

- 331 Schienenverkehrsflächen
- 332 Bahnbetriebsgelände

34 Luftverkehrsflächen

35 Schiffsverkehrsflächen

37 Verkehrsbegleitgrün

4 Freizeit- und Erholungsflächen

- 41 Sport-, Spiel- und Freizeitanlagen
- 42 Grün- und Parkanlagen
- 43 Kleingartenanlagen
- 44 Campingplätze
- 45 Friedhöfe

5 Landwirtschaftsflächen

51 Ackerland

- 511 Nicht offen entwässertes Ackerland
- 512 Offen entwässertes Ackerland
- 513 Gartenbauflächen
- 515 Anbauflächen von Sonderkulturen

52 Wiesen und Weiden

- 521 Nicht offen entwässerte Wiesen und Weiden
- 522 Offen entwässerte Wiesen und Weiden

53 Obstbauflächen und Baumschulen

- 531 Intensiv-Obstanbau
- 532 Streuobstanbau
- 533 Baumschulen

54 Weinbauflächen

Übersicht 1

Systematik der Bodennutzungen

6 Waldflächen und Gehölze

- 61 Laubwald
- 62 Nadelwald
- 63 Mischwald
- 64 Aufforstungsflächen
- 65 Gehölze
- 66 Kampfzonen

7 Wasserflächen

- 71 Flüsse und Bäche
- 72 Kanäle, Vorfluter und Gräben
- 73 Häfen
- 74 Seen, Teiche und Altarme
 - 741 Naturnahe Seen, Teiche und Altarme
 - 742 Naturferne Seen, Teiche und Altarme
 - 743 Seen, Teiche und Altarme, nicht differenzierbar

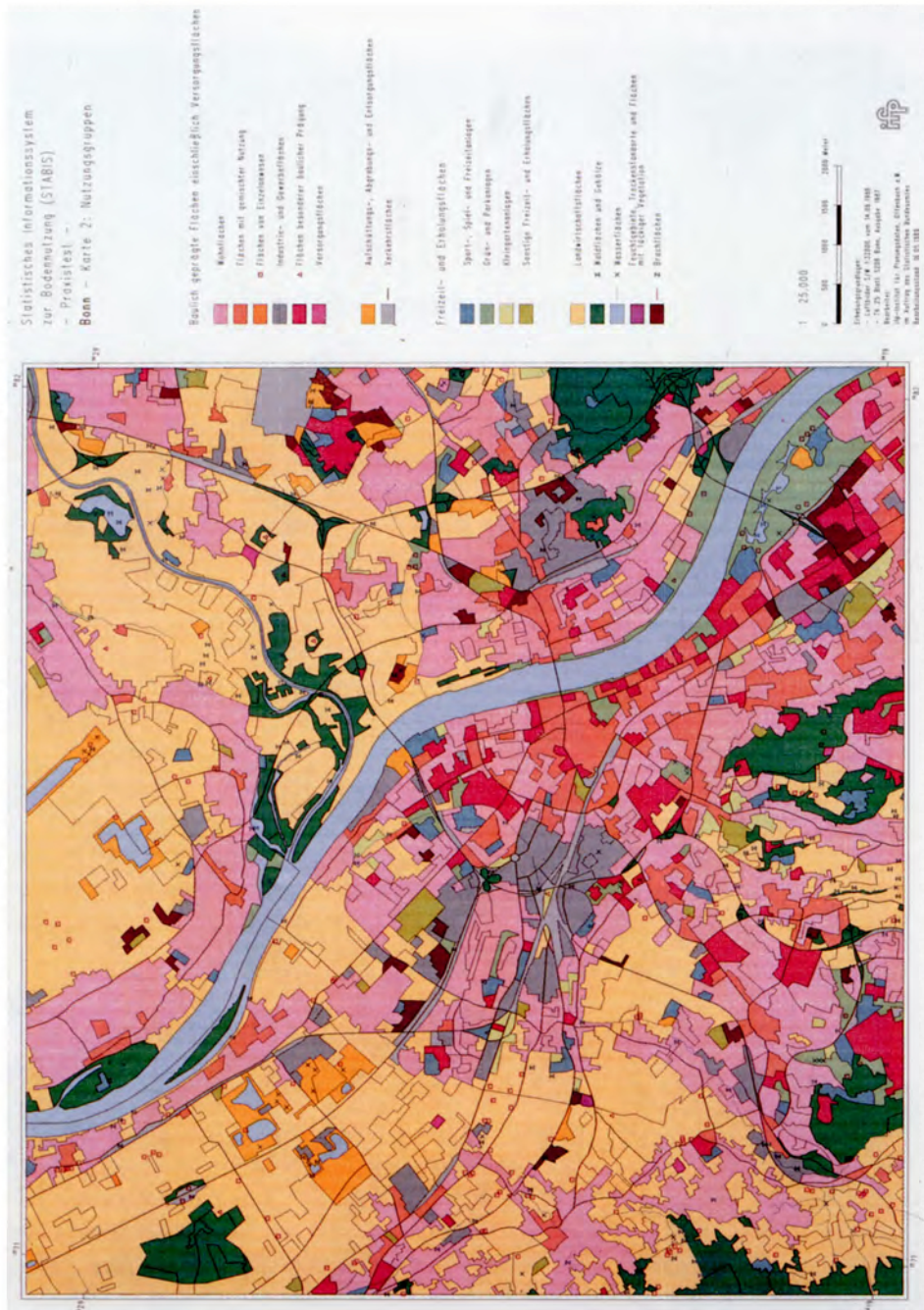
8 Feuchtgebiete, Trockenstandorte, Flächen mit lückiger Vegetation

- 81 Hoch- und Übergangsmoore
- 82 Sümpfe, Röhrichte und Seggenrieder
- 83 Verlandungsbereiche
- 84 Küstenbereiche
 - 841 Sandstrände
 - 842 Salzwiesen
 - 843 Küstendünen
 - 844 Küstendeiche
- 85 Heiden, Magerrasen und Moorheiden
- 86 Felsstandorte
 - 861 Felsstandorte mit Vegetation
 - 862 Felsstandorte ohne Vegetation
 - 863 Schuttkegel
- 87 Gletscher und Dauerschneegebiete

9 Brachflächen

- 91 Brachflächen in Wohn- und Mischgebieten
- 92 Brachflächen in Industrie- und Gewerbegebieten
- 93 Brachliegende Verkehrsflächen
 - 931 Brachliegende Schienenverkehrsflächen und Straßen
 - 932 Sonstige brachliegende Verkehrsflächen
- 94 Nicht mehr genutzte landwirtschaftliche Flächen
- 95 Sonstige Brachflächen

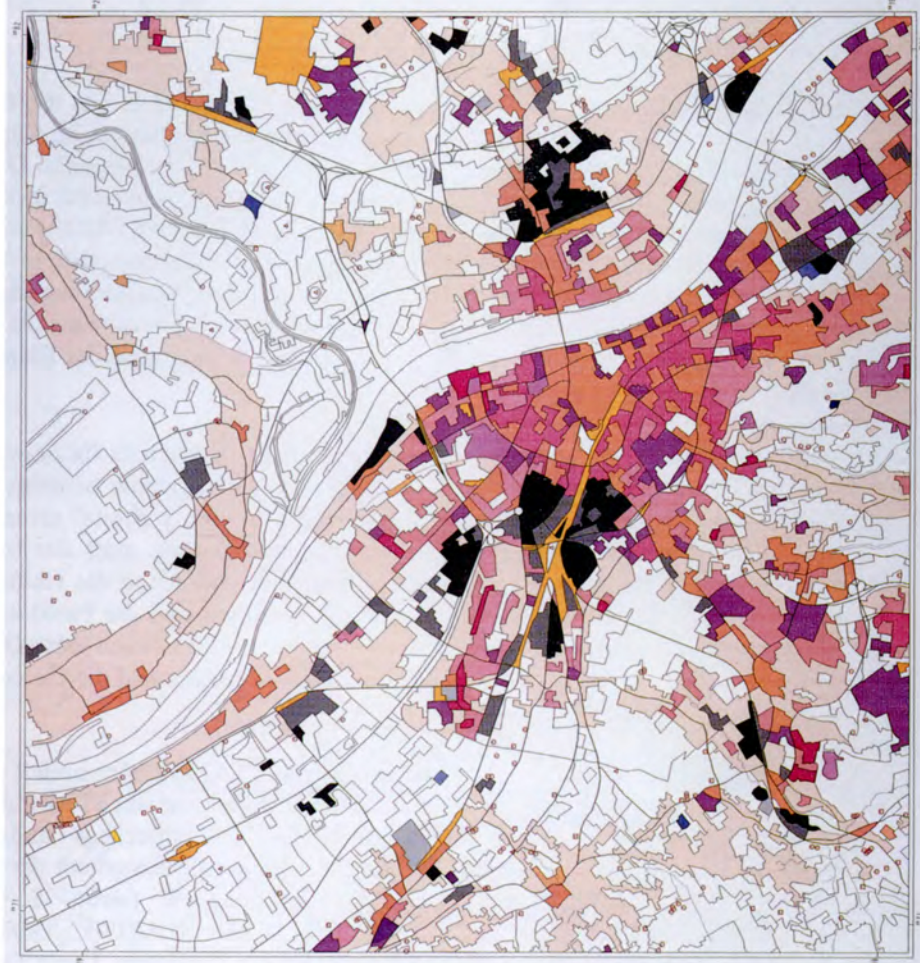
Abbildung 1
Bodennutzungskarte des Testgebietes Bonn nach Nutzungsgruppen



168



Abbildung 3



Das Statistische Bundesamt ist in Absprache mit den Landesvermessungsverwaltungen bemüht, eine weitgehende Abdeckung des STABIS-Datenbedarfs über die Lieferung von ATKIS-Daten zu gewährleisten. Die Datenerhebung mittels Luftbildinterpretation ließe sich so auf die Bereiche begrenzen, für die noch keine ATKIS-Daten vorliegen. Die Übernahme von ATKIS-Daten in das STABIS-System erfordert einen sehr komplexen Konvertierungsprozeß. Hier sind noch einige Detailprobleme zu lösen. Dies gilt insbesondere im Zusammenhang mit der Datenfortführung.

Für die Erfassung der Bodennutzungsdaten nach der STABIS-Methode in den neuen Bundesländern ist das entwickelte Verfahren zu modifizieren (Luftbilder, Karten, Anpassung der Systematik). Die entsprechenden Arbeiten sind 1990 begonnen worden. Bis Ende 1991 werden erste digitale Bodennutzungsdaten für Testgebiete in den neuen Bundesländern vorliegen.

3 Datenstrukturen für STABIS-Daten

Die Systematik der Bodennutzungen liefert ein logisches Datenmodell, das die Landschaft in 80 Nutzungsarten gliedert und in flächen-, linien- und punkthafte Objekte klassifiziert (Objekttypen). Es handelt sich hierbei um ein 2-dimensionales Datenmodell. Kommerzielle Geographische Informationssysteme (GIS) verwalten in ihrem Datenbankteil solche geometrischen Objekte als Vektordaten. Da bei STABIS nur geometrische Grundelemente vorkommen, läßt sich das logische Datenmodell in einer 1-1-Beziehung bei praktisch allen GIS-Systemen realisieren. Diese Realisierung wird im folgenden als STABIS/FLP (Flächen-, Linien- und Punktelemente) bezeichnet. Je nach interner Datenbankstruktur werden dabei die topologischen Beziehungen der Elemente unterschiedlich stark unterstützt.

Die Verwendung der drei Objekttypen führt allerdings dazu, daß bereits für Standard-Flächenbilanzierungen relativ aufwendige Prozeduren, bzw. Programme benötigt werden. Der Flächeninhalt von Linienelementen wird durch "Länge x Breite" errechnet. Für die an solche Linienelemente angrenzenden Flächenelemente muß der in der Regel durch die Standard-Software ermittelte Flächeninhalt jeweils um die Hälfte des Flächeninhalts dieser Linienelemente korrigiert werden. Ähnlich sind die Punktobjekte bei der Flächenbilanz zu berücksichtigen. Diese Korrekturen müssen nach jeder Datenanalyse, bei der durch Verschneidung mit einem weiteren Datenbestand die Geometrie verändert wird, erneut durchgeführt werden.

Deshalb erscheint es sinnvoll, für Auswertungszwecke das STABIS-Datenmodell allein mit dem Objekttyp Fläche zu realisieren (STABIS/F). Die Ableitung von STABIS/F aus STABIS/FLP geschieht softwaremäßig unter Verwendung von Pufferungs- und Verschneidungsfunktionen. Bei STABIS/F können die Flächenbilanzierungen mit der GIS-Standard-Software durchgeführt werden. Die Abbildung 4 (siehe S. 171) veranschaulicht die beiden Realisierungen STABIS/FLP und STABIS/F, Tabelle 1 (siehe S. 172 f.) zeigt einen Flächenbilanzvergleich der beiden Versionen. Diese Tabelle verdeutlicht, daß beide Bilanzierungsmethoden als nahezu gleichwertig anzusehen sind.



Ein Problem beim Aufbau von STABIS ist die Größe der Datenbasis. Zur Realisierung STABIS/FLP sind ca. 2.7 GBytes Plattenspeicherplatz notwendig. Der Bedarf für STABIS/F wird um ca. 25 % größer sein. Es handelt sich bei diesen Werten um Anhaltspunkte, da der benötigte Speicherplatz vom verwendeten GIS-System abhängig ist.

Tabelle 1: Flächenbilanzvergleich
Nutzung/FLP - Nutzung/F - Testgebiet Bonn

Nutzungs- schlüssel	Flächen- inhalt in Ha Nutzung/FLP	Flächen- inhalt in Ha Nutzung/F	Abweichung absolut	Abweichung in %
111	2562.45	2562.76	0.31	0.01
112	1.57	1.57	-0.00	-0.00
113	548.88	549.31	0.43	0.08
114	219.63	219.50	-0.13	-0.06
115	52.54	52.54	-0.00	-0.00
121	610.60	610.55	-0.05	-0.01
122	35.52	35.39	-0.13	-0.36
131	10.83	10.71	-0.12	-1.12
132	18.15	17.36	-0.79	-4.33
141	265.28	265.33	0.05	0.02
142	27.41	27.46	0.05	0.17
143	188.98	189.16	0.19	0.10
144	29.71	29.83	0.13	0.42
151	224.06	224.25	0.18	0.08
152	75.50	75.49	-0.01	-0.01
153	154.25	154.35	0.10	0.06
159	14.26	14.19	-0.07	-0.52
161	6.32	6.31	-0.01	-0.13
162	6.30	6.30	0.00	0.01
163	1.07	1.07	0.00	0.08
210	21.63	21.65	0.01	0.06
220	118.17	118.49	0.32	0.27
230	30.95	30.91	-0.04	-0.12
240	62.81	62.72	-0.09	-0.14
311	91.13	88.21	-2.92	-3.21
312	31.79	31.66	-0.13	-0.40
313	83.40	82.83	-0.57	-0.68
321	18.88	19.00	0.11	0.60
322	6.15	6.69	0.54	8.81
331	33.83	33.53	-0.30	-0.89
332	70.66	70.60	-0.06	-0.09

Tabelle 1: Flächenbilanzvergleich
Nutzung/FLP - Nutzung/F - Testgebiet Bonn

Nutzungs- schlüssel	Flächen- inhalt in Ha Nutzung/FLP	Flächen- inhalt in Ha Nutzung/F	Abweichung absolut	Abweichung in %
340	56.02	55.98	-0.04	-0.06
370	48.86	49.88	1.02	2.10
410	221.56	221.68	0.13	0.06
420	311.99	311.92	-0.07	-0.02
430	97.67	98.09	0.42	0.43
450	97.54	97.56	0.02	0.02
511	3298.71	3299.19	0.48	0.01
513	307.43	307.17	-0.26	-0.08
521	953.11	956.74	3.62	0.38
531	135.40	135.54	0.14	0.10
532	27.62	27.82	0.20	0.71
610	633.91	634.71	0.80	0.13
620	14.84	14.98	0.14	0.92
630	247.53	247.67	0.14	0.06
640	55.17	55.25	0.08	0.14
650	68.00	65.26	-2.74	-4.02
710	602.30	601.18	-1.12	-0.19
720	0.38	0.36	-0.02	-6.02
730	4.45	4.45	0.00	0.00
741	51.04	51.01	-0.03	-0.06
742	65.21	65.12	-0.09	-0.14
861	2.18	2.18	-0.00	-0.07
920	21.11	21.03	-0.08	-0.37
940	139.00	139.14	0.14	0.10
	13083.75	13083.65	-0.10	-0.00

In der IPF-Studie wurde abgeschätzt, daß unter günstigen Bedingungen für die Selektion aller STABIS-Objekte für eine einfache Standardauswertung 5 Stunden Ein-/Ausgabezeit und 0.4 Stunden CPU-Zeit benötigt werden.

Für Auswertungszwecke, insbesondere auch für Dialoganwendungen, ist deshalb eine Reduktion des Datenvolumens notwendig. Dies kann durch Einsatz von Rasterdaten für flächenhafte Objekte erreicht werden. Bei Verwendung von 30 x 30-m-Rastern und einer Codierung von 12 bit/Pixel ergäbe sich bei pixelweiser Abspeicherung ein Datenbestand von 0.6 GBytes Rasterdaten. Durch Datenkompressionsmethoden wie z.B.

Run-length-Codierung oder Quadtree-Abspeicherung läßt sich dieses Datenvolumen weiter reduzieren. Da eine Auflösung von 30 x 30 m für eine Einbeziehung der Linien- und Punktelemente nicht ausreicht, ist es wünschenswert, diese Objekte nach wie vor in Vektorform abzulegen. Dafür sind ca. 0.7 GBytes zu veranschlagen, so daß man insgesamt zu einer Datenmenge unter 1.3 GBytes kommt. Entsprechend reduziert sich die Ein-/Ausgabezeit bei Analysen. Die Auswertung von Rasterdaten bedeutet bei vielen Anwendungen bedeutend weniger Aufwand als Auswertungen im Vektorformat, da hier viele der benötigten Funktionen mit einfachen Pixeloperationen anstelle von aufwendigen Algorithmen arbeiten, so daß hierbei auch die benötigte CPU-Zeit deutlich reduziert wird. Aus diesen Gründen kann bei einer Realisierung von STABIS auf die Einbeziehung von Rasterstrukturen nicht verzichtet werden.

Die bei der Realisierung der Datenmodelle zum Einsatz kommenden GIS-Systeme arbeiten entweder stärker objektorientiert (z.B. SICAD) oder verwenden ein topologisches Datenmodell (z.B. ARC/INFO). Die Version STABIS/FLP wurde sowohl mit SICAD als auch mit ARC/INFO realisiert. Das Modell STABIS/F ließ sich mit ARC/INFO problemlos erzeugen, während beim SICAD-System die Pufferungs- und Verschneidungsfunktionen in der seinerzeit vorliegenden Version dafür nicht ausreichten. Erste Auswertungen von Rasterdaten sind mit der ERDAS-Software im Zusammenspiel mit ARC/INFO durchgeführt worden.

4 Auswertungen

Im Rahmen der Pilotstudie wurden Auswertungen der erfaßten STABIS-Daten vorgenommen, die exemplarisch die breite Einsatzmöglichkeit von STABIS verdeutlichen sollten. Zu folgenden Themenkomplexen wurden Tabellen und z.T. thematische Karten erstellt:

- Flächenstatistik der aktuellen Bodennutzung;
- Veränderung der Bodennutzung im Zeitablauf;
- Zerschneidungswirkung von Verkehrswegen;
- Ermittlung von Belastungszonen um Verkehrswege;
- Ermittlung von Nutzungskonflikten in Schutzgebieten;
- Vergleich von Ist- und Soll-Nutzung (geplante Nutzung).

Die einfachste Auswertung ist die Flächenbilanzierung gemäß der STABIS-Systematik der Bodennutzungen (siehe z.B. Tabelle 1). Dem entspricht eine thematische Karte, in der bestimmte Bodennutzungen farblich bzw. durch Signaturen unterschieden werden (siehe Abbildungen 1-3).

Abbildung 5 (siehe S. 176) veranschaulicht eine Auswertung, bei der durch eine Pufferung von Linienelementen eine Belastungszone um einen bestimmten Straßentyp definiert wird. Die Verschneidung dieser Zone mit der STABIS-Basisgeometrie ermöglicht eine Flächenbilanzierung für die Flächen innerhalb der Belastungszonen. Für die meisten Auswertungen werden zusätzlich zu den STABIS-Bodennutzungsdaten weitere Geometriedaten benötigt, z.B. die Grenzen von Schutzgebieten oder Daten über die geplante Nutzung.

Bei den durchgeführten Arbeiten hat sich herausgestellt, daß die wichtigsten Werkzeuge bei der Analyse raumbezogener Daten Verschneidungs- und Pufferungsfunktionen sowie Funktionen, die das Zusammenfassen von Flächen nach Attributen ermöglichen, sind.

Die Verschneidung ist das zentrale Hilfsmittel, da erst sie es ermöglicht, verschiedene Datenbestände kombiniert auszuwerten. Eine vollständige Attributübergabe muß dabei gewährleistet sein, und zwar für alle Objektarten.

Eine Pufferungsfunktion für Linien-, Flächen- und Punktelemente wird benötigt, um unter Berücksichtigung einer Durchschnittsbreite Linienelemente in Flächen umzuwandeln (Erzeugung von STABIS/F aus STABIS/FLP) und um Abstandszonen um das Verkehrsnetz oder um ein Schutzgebiet zu erzeugen.

Die Zusammenfassung von Flächen nach Attributen hat einen generalisierenden Effekt und wird z.B. gebraucht, um eine Größenklassenverteilung von Flächen auf der 1-Steller-Ebene der Systematik der Bodennutzungen zu berechnen.

Im Prinzip ist es wünschenswert, diese Werkzeuge sowohl für Vektor- als auch für Rasterdaten zur Verfügung zu haben. Für den flexiblen Einsatz sind dann entsprechende leistungsfähige Konvertierungsprogramme notwendig.

5 DV-technische Aspekte beim Aufbau von STABIS

Auf dem Markt existiert eine Fülle von GIS-Systemen, die eine gewisse Grundfunktionalität für die Verarbeitung raumbezogener Daten aufweisen. Die fünf Systeme ARC/INFO (ESRI), EZS-i, TIGRIS bzw. Microstation (Intergraph), SICAD (Siemens) und System 9 wurden in der IPF-Studie (Wiesel, Schweinfurth 1990) in bezug auf ihre Eignung für STABIS untersucht. Es hat sich gezeigt, daß es kein GIS-System gibt, das alle Anforderungen von STABIS unmittelbar erfüllt. Für STABIS muß deshalb ein offenes System als Kernsystem ausgewählt werden, das einen möglichst großen Teil des benötigten Funktionsumfangs abdecken kann und das sich durch weitere Software ergänzen läßt.

Abbildung 5 Auswertungsbeispiel Belastungszonen um Autobahnen

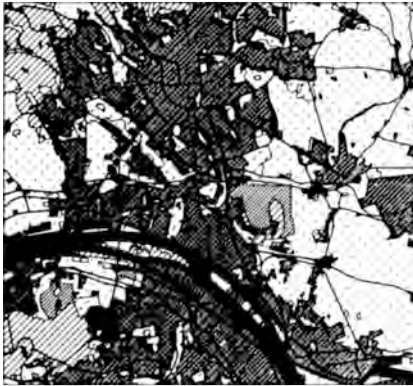


Abb. 1

STABIS enthält die Hauptverkehrswege (Autobahnen, Bundesstraßen, Eisenbahnstrecken usw.) und die Bodennutzungen in ihrer Nachbarschaft (Abb. 1). Mit Hilfe der Datenverarbeitung von STABIS können in Abhängigkeit von Schadstoffen Belastungszonen unterschiedlicher Breite berechnet werden (Abb. 2). Anschließend kann die Verteilung der Bodennutzung in den Belastungszonen ermittelt werden, wobei vor allem belastungsempfindliche Nutzungen (z. B. Erholungs- oder Wohngebiete) beachtet werden können.

Flächenstatistik für die Belastungszonen
der Autobahnen Mainz/Wiesbaden

	ha	%-Anteil
Wohnflächen	63	5,5
Gewerbe, Ver- und Entsorgung, Verkehr	340	29,7
Grün- und Parkanlagen	14	1,2
Kleingärten	56	4,9
Sonstige Freizeit und Erholung	24	2,1
Landwirtschaft	482	42,2
Wald	87	7,6
Wasser	21	1,8
Heiden und Brachflächen	58	5,0
Zusammen	1.143	100



Abb. 2

Belastungszonen der
Autobahnen Mainz-Wiesbaden

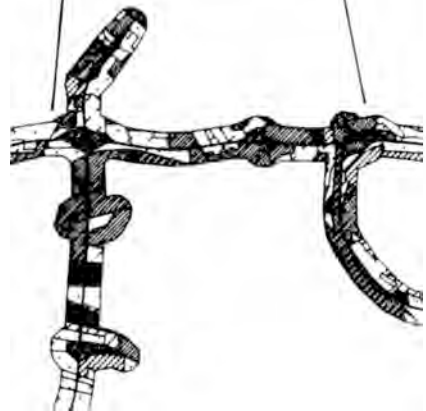


Abb. 3

Nachdem anfangs Testarbeiten mit dem SICAD-System durchgeführt wurden, ist aufgrund einer Ausschreibung für die Pilotstudie das ARC/INFO-System von ESRI ausgewählt worden. Die Datenstruktur von ARC/INFO ist gut geeignet, um das Datenmodell von STABIS zu realisieren, da in diesem System das Plangebiet überlappungsfrei abgebildet wird und zudem die topologischen Beziehungen der Geometrieelemente berücksichtigt werden. Zentrale Analysewerkzeuge wie Verschneidung, Pufferung und Verschmelzen von Flächen sind bei diesem System in einer für STABIS geeigneten Form vorhanden. Bei den Analysemöglichkeiten für Vektordaten schnitt ARC/INFO von allen untersuchten Systemen am besten ab. Alle im Rahmen der Pilotstudie vorgesehenen Auswertungen konnten mit diesem System durchgeführt werden.

Als Hardwareplattform für graphische Arbeitsplätze kommen bei STABIS leistungsfähige UNIX-Workstations mit hochauflösendem Bildschirm in Frage, die untereinander vernetzt werden können. Mit wachsendem Ausbau von STABIS muß ein zusätzlicher leistungsfähiger zentraler Rechner für das Rechenzentrum im Statistischen Bundesamt beschafft werden. Dieser Rechner hat dann die Aufgabe, als Server über ein schnelles Netzwerk die jeweilige Workstation mit den benötigten Daten und Programmen zu versorgen und zusätzlich Standardauswertungen im Batch-Betrieb durchzuführen (siehe auch Wiesel 1991).

6 Realisierung von STABIS

Obwohl noch viele Detailfragen zu klären sind, haben die betreffenden Untersuchungen gezeigt, daß es möglich ist, die Realisierung eines Informationssystems wie STABIS in Angriff zu nehmen. Auf dem Markt verfügbare GIS-Software sollte als Basissoftware dienen, die an die speziellen Bedürfnisse in der amtlichen Statistik angepaßt werden muß. Parallel zur Erstellung der Datenbasis muß der Auswertungsteil schrittweise entwickelt werden. Mit dem Großraum Berlin soll 1992 das erste große zusammenhängende Gebiet nach der STABIS-Methode erfaßt werden. Wenn die entsprechenden Haushaltsmittel zur Verfügung stehen, kann STABIS bis Ende 1997 aufgebaut sein.

Für 1992/93 wird zusätzlich die Realisierung des EG-Projekts CORINE Land Cover angestrebt. Hierbei sollen Bodennutzungsdaten aus Satellitenbildern im Erfassungsmaßstab 1 : 100 000, differenziert nach ca. 40 Nutzungsklassen, erhoben werden (Cornaert 1991; Radermacher 1991). Mit CORINE Land Cover wäre kurzfristig eine später mit STABIS kompatible Zwischenlösung erreichbar, die einen Teil des Datenbedarfs an Bodennutzungsdaten bereits befriedigen könnte. Nach einer Realisierung von STABIS könnte diese Datenbasis als Generalisierung periodisch aus den STABIS-Daten erzeugt werden.

Die STABIS-Datenverarbeitungsmethoden lassen sich grundsätzlich auch auf andere statistische Daten mit Raumbezug anwenden. Die Realisierung von STABIS ist somit der erste Schritt bei der Schaffung eines Informationssystems zur Statistischen Umweltberichterstattung (Radermacher 1991).

Literaturhinweise

- Deggau, M. et al. (1989): Pilotstudie Statistisches Informationssystem zur Bodennutzung (STABIS) - Voruntersuchung -, Schriftenreihe Forschung des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Heft 471, Bonn.
- Deggau, M. et al. (1991): Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben 107 06 001/03 des Umweltbundesamtes "Methodik der Auswertung von Daten zur realen Bodennutzung im Hinblick auf den Bodenschutz-Teilbeitrag zum Praxistest des Statistischen Informationssystems zur Bodennutzung" (noch unveröffentlicht), Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Cornaert, M. (1991): The CORINE information systems - an operational tool for the environmental policy of the European community, in: Neue Wege raumbezogener Statistik, Band 20 der Schriftenreihe "Forum der Bundesstatistik", herausgegeben vom Statistischen Bundesamt, Stuttgart.
- Harbeck, R. (1991): ATKIS - Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem der Landesvermessungsverwaltungen, in: Neue Wege raumbezogener Statistik, Band 20 der Schriftenreihe "Forum der Bundesstatistik", herausgegeben vom Statistischen Bundesamt, Stuttgart.
- Radermacher, W. (1991): Raumbezug und Fernerkundung, Neue Wege für die statistische Umweltberichterstattung, in: Neue Wege raumbezogener Statistik, Band 20 der Schriftenreihe "Forum der Bundesstatistik", herausgegeben vom Statistischen Bundesamt, Stuttgart.
- Wiesel, J., Schweinfurth, G. (1990): STABIS-Studie, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Universität Karlsruhe.
- Wiesel, J., (1991): Geo-Informationssysteme - Entwicklungen im Bereich der Datenverarbeitung, in: Neue Wege raumbezogener Statistik, Band 20 der Schriftenreihe "Forum der Bundesstatistik", herausgegeben vom Statistischen Bundesamt, Stuttgart.

Raumbezug und Fernerkundung - Neue Wege für eine statistische Umweltberichterstattung

1 Umweltstatistik: Stand und Novelle des Gesetzes

Die bisherige Umweltstatistik geht im wesentlichen auf das Umweltstatistikgesetz von 1974 zurück und liefert Daten über Abfallbeseitigung, Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, über Unfälle bei Lagerung und Transport wassergefährdender Stoffe sowie über Investitionen für Umweltschutz. Die Umweltstatistik ist also bislang auf Erhebungen aus dem Bereich des technischen Umweltschutzes beschränkt.

Seit der Verabschiedung der Erstfassung des Umweltstatistikgesetzes (UStatG) hat sich, parallel zum gestiegenen Stellenwert der Umweltpolitik, auch der Bedarf an Daten über die Umwelt rasch vermehrt. Insbesondere im Bereich des Bodenschutzes fehlt es bisher weitgehend an aussagefähigen Belastungsindikatoren in Form von statistisch aufbereiteten Zahlen. Flächendeckend liegen weder ausreichende Basisinformationen über die gegenwärtige Bodennutzung und Bodenbedeckung noch über die geplanten Nutzungen bzw. ihre Einschränkungen oder über Konkurrenzen, Konflikte und Umweltunverträglichkeiten in der Bodennutzung vor. Der gestiegene Informationsbedarf stellt Anforderungen an die Ergänzung und Überarbeitung des jetzigen Erhebungsprogramms, denen u.a. mit den Bemühungen um eine Novellierung des UStatG Rechnung getragen wird. Ein wesentlicher Aspekt dabei ist, erstmals auch statistische Angaben zum Boden-, Natur- und Landschaftsschutz sowie zum Bodenzustand zu erhalten. In der Diskussion um die Novellierung des UStatG wurde in der Begründung der neueinzuführenden Statistiken darauf hingewiesen, daß die Einrichtung dieser Statistiken nicht die Schaffung eines umfassenden flächenstatistischen Gesetzes, das die statistische Erfassung aller umweltrelevanten Flächennutzungen regelt, ersetzt.

Im folgenden soll anhand dieser Zielvorgaben aufgrund einer Bestandsaufnahme der unterschiedlichen Statistiken und Entwicklungen die Grundstruktur eines entsprechenden Berichtssystems entwickelt werden. Wegen der noch zu erläuternden methodischen Anforderungen ergibt sich damit gleichzeitig eine Perspektive für den mittel- und langfristigen Ausbau des Geo-Informationssystems STABIS.

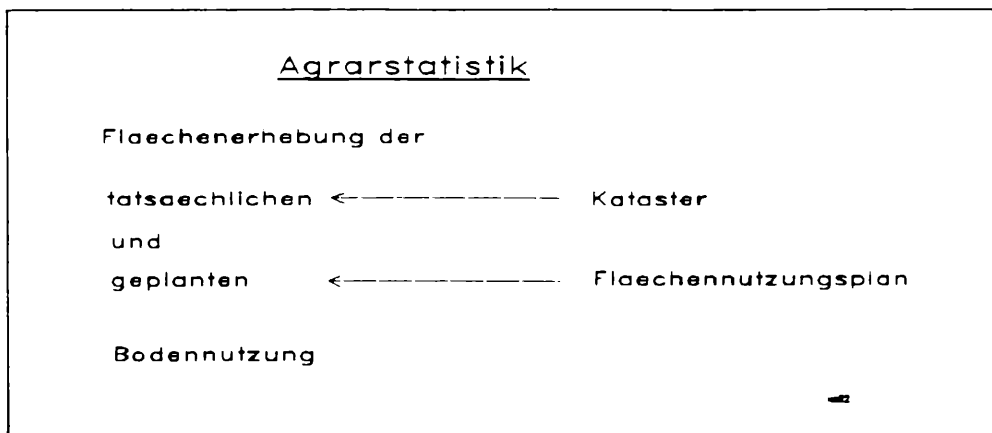
*) Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

2 Bausteine einer raumbezogenen Umweltstatistik

2.1 Flächenerhebungen der Agrarstatistik

Im Rahmen der Agrarstatistik gibt es eine lange Tradition der statistischen Beobachtung der Bodennutzung und -bedeckung. Boden-(be)nutzungsstatistiken gehörten zum ersten Aufgabenkatalog der gemeinsamen Statistik der Deutschen Staaten im Jahre 1871. Seit jeher gab es in diesem Bereich eine Zusammenarbeit zwischen Vermessung und Statistik: Neben einer Befragung der Landwirte wurden die verfügbaren Katasterunterlagen ausgewertet (siehe z.B. Huber 1911 und Wirth 1940).

Abbildung 1



Noch bis vor wenigen Jahren vertraute man darauf, auf diese Weise auch den gestiegenen Anforderungen gerecht werden zu können. Erst als deutlich wurde, daß die Automatisierung der Liegenschaftsbücher länger dauern würde als ursprünglich vorgesehen und daß eine rein numerische Flächenstatistik auf Gemeindeebene nicht mehr ausreicht, wurden im STABIS-Projekt neue Informationsquellen gesucht (Radermacher 1986). Die derzeit gesetzlich angeordneten Statistiken umfassen allerdings - neben den rein land- und forstwirtschaftlich geprägten Teilen - lediglich diese Flächenerhebungen (§§ 3 - 5 Agrarstatistikgesetz).

Die Abbildung 1 verdeutlicht das Erhebungsprogramm der Flächenerhebungen: Alle vier Jahre werden die Flächen der Gemarkungen oder Gemeinden nach der Art der Bodennutzung aufgeteilt und erfaßt. Dabei ist die Auswertung der Flächennutzungspläne mit einigen methodischen Erhebungsproblemen behaftet, die zu einem großen Teil darauf zurückzuführen sind, daß die statistisch auszuwertenden Informationsquellen kartographischer Natur sind (siehe dazu Beuerlein 1989 und 1990).

2.2 Neufassung der Umweltstatistik

Die Arbeiten an der Neufassung eines Umweltstatistikgesetzes haben gezeigt, daß mehrfach statistische Informationen benötigt werden, die flächenbezogen sind. Sowohl bei den Entwürfen zur Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und der öffentlichen Abwasserbeseitigung als auch bei der Erhebung der Altlastenflächen, des Bodenzustands, des Naturschutzes und der Landschaftspflege sind entsprechende Elemente enthalten. Die folgende Abbildung 2 faßt die für die zukünftige Umweltstatistik diskutierten Erhebungen und Merkmale mit Flächenbezug grob zusammen. Dabei wird deutlich, daß jeweils spezielle Attribute wie Bodenart, Belastungsart oder Art der Sanierungsmaßnahme mit allgemeinen Grundinformationen über Nutzung und Größe einer Beobachtungsfläche gekoppelt sind.

Abbildung 2



2.3 CORINE

Das CORINE-Programm der Europäischen Gemeinschaften, das ebenfalls in diesem Kolloquium vorgestellt wird (Cornaert 1991), enthält einige Elemente, die beim Entwurf eines nationalen Realisierungsprogramms von CORINE beachtet werden müssen. Abbildung 3 (siehe S. 182) faßt das CORINE-Programm grob zusammen:

Abbildung 3

<u>CORINE</u>		
Land cover	—————	1:100 000/25ha/ 40 Klassen*
Biotope	—————	1:100 000/ 20 Merkmale
Schutzgebiete	—————	1:100 000/ 11 Merkmale
Sonstige Merkmale	—————	1:1 000 000 oder kleiner
* Erfassungsuntergrenze		

Insbesondere zwischen dem Projekt CORINE Land Cover und den Bodennutzungsdaten in STABIS gibt es ein sehr hohes Maß an Übereinstimmung. Die Übereinstimmung zeigt sich schon in einem Vergleich der beiden Klassifikationen. Langfristig läßt sich CORINE Land Cover aus den STABIS-Bodennutzungsdaten durch eine Generalisierung ableiten. Kurzfristig ist CORINE Land Cover als "Prototyp" für einen relativ raschen Einstieg in den Stufenaufbau von STABIS geeignet.

2.4 Pilotstudie STABIS

Die Pilotstudie STABIS umfaßt neben den Daten über die aktuelle Bodennutzung, die als Basisdatenbestand ein dominierendes Gewicht haben, weitere Elemente mit einer mehr oder weniger großen Bedeutung für eine statistische Umweltberichterstattung (siehe Abbildung 4, S. 183).

Abbildung 4

<u>Pilotstudie STABIS</u>	
Aktuelle Bodennutzung	1:25 000/1ha*/80 Klassen
Geplante Bodennutzung	1:25 000/1ha*/10 Klassen
Schutzgebiete	1:25 000/1ha*/ 4 Klassen
Bodenversiegelung	1:25 000/1ha*/ 7 Klassen
Administrative Gebiete	1:25 000
* Erfassungsuntergrenze	

Zum einen wird die geplante Bodennutzung erfaßt, die in Flächennutzungsplänen von Kommunen enthalten ist. Dies geschieht mittels eines Vergleichs mit der aktuellen Bodennutzung und einer Kartierung der festgestellten Differenzen. Auf diesem Wege erhält man nach Digitalisierung für 10 relativ grobe Bodennutzungstypen im Siedlungsbereich einen aussagefähigen "Soll-Ist-Vergleich", so daß damit die geplanten Ausdehnungen der Siedlungen und die internen Veränderungen der Siedlungsstruktur quantifiziert werden können. Diese kartographisch gestützte Methode bietet mittel- und langfristig eine leistungsfähigere Alternative zu der bislang in der agrarstatistischen Flächenerhebung angewandten rein numerischen Datenerhebung. Darüber hinaus werden in der Pilotstudie STABIS Wasser-, Natur- und Landschaftsschutzgebiete kartographisch erfaßt. Im Siedlungsbereich wird außerdem der effektive Grad der Bodenversiegelung verschiedener Siedlungsformen erhoben. Und schließlich wird das Programm abgerundet durch eine Erfassung der administrativen Gebietsgrenzen.

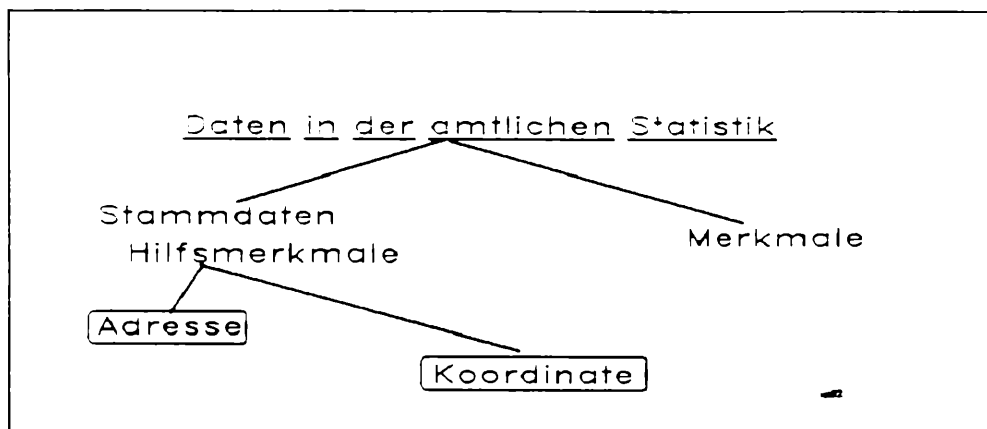
2.5 Anforderungen an die Erhebungsmethode

Das Aufgabengebiet der amtlichen Statistik in der Bundesrepublik Deutschland lag bisher im wesentlichen bei sozioökonomischen Sachverhalten. Die Merkmalsträger, die in der Regel per Fragebogen befragt werden, sind Personen, Institutionen, Haushalte usw. Die Arbeitsweise der Sammlung und Aufbereitung der statistischen Daten ist von dieser Situation geprägt. In den großen Berichtssystemen beispielsweise über das Produzierende Gewerbe, die Landwirtschaft oder den Handel nehmen Karteien bzw. Register über die Merkmalsträger und ihre "Stammdaten" eine zentrale Stellung ein. In ihnen werden Adressen und andere Informationen gespeichert, die zur Organisation des Erhebungsgeschäfts benötigt werden. Außerdem kann (nur) über diese Register

gewährleistet werden, daß die Belastung der Auskunftspflichtigen so gering wie möglich gehalten wird, daß Doppelerhebungen des gleichen Merkmals in verschiedenen Erhebungen vermieden werden usw.

In einem raum- und umweltbezogenen Berichtssystem ist natürlich ebenso sicherzustellen, daß die in den verschiedenen Erhebungsteilen gesammelten Informationen nicht redundant sind und daß Informationen über ein und denselben Merkmalsträger zusammen ausgewertet werden können, auch wenn sie aus verschiedenen Erhebungsteilen stammen. Der Merkmalsträger ist in solchen Statistiken aber keine Institution oder Person, der eine Adresse zugeordnet werden könnte, sondern eine räumliche Einheit, eine Fläche, Linie o.ä. Der Natur dieser Merkmalsträger folgend müssen nicht Adressen, sondern Koordinaten im zentralen Register gespeichert werden (siehe folgende Abbildung 5).

Abbildung 5

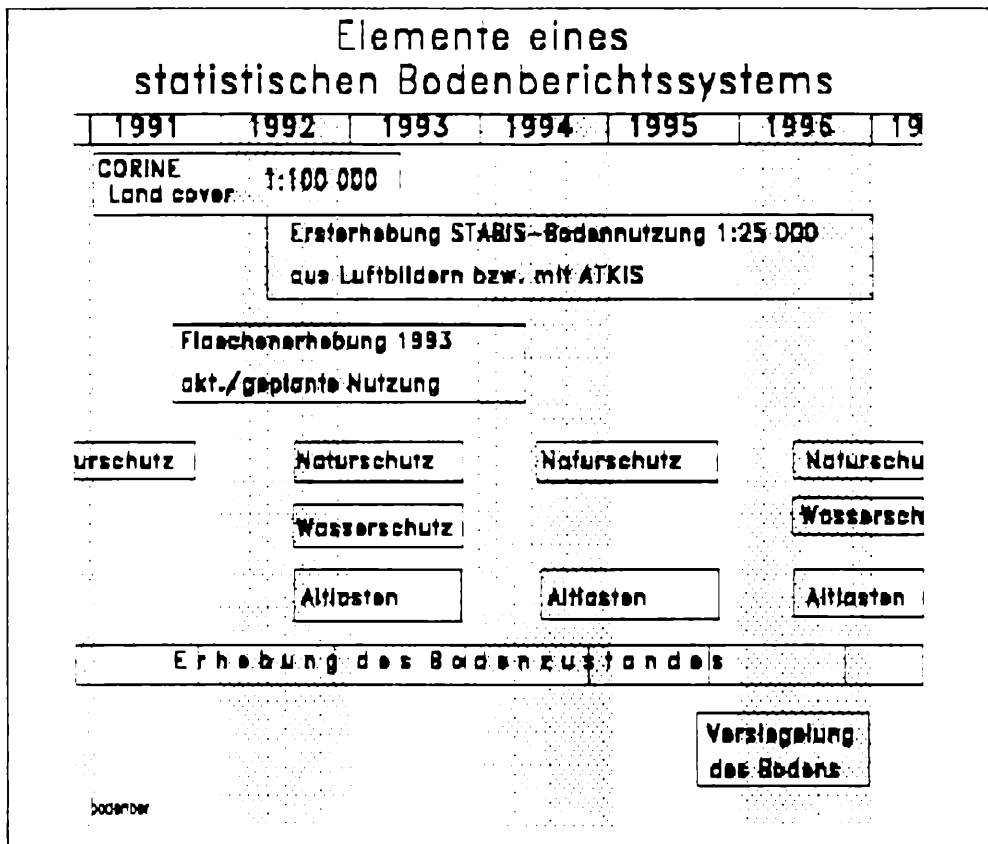


Die Funktion des Adreßregisters in den sozioökonomischen Statistiken muß also in diesem neuen Bereich ein raumbezogenes (Geo-)Informationssystem übernehmen, das die Zusammenführung mehrerer Merkmale für einen Merkmalsträger (Fläche, Linie, Punkt) ermöglicht. Das raumbezogene Informationssystem STABIS ist mithin ein notwendiges und von der Konzeption geeignetes Instrument zur Erfüllung dieser Aufgabe und zur rationellen Durchführung der o.g. Erhebungen (siehe Stralla 1991).

2.6 Statistisches Bodenberichtssystem

Betrachtet man unter dem Gesichtspunkt einer rationellen Erhebungsmethode die in den vorausgegangenen Abschnitten erläuterten existierenden oder geplanten statistischen Erhebungen, so fällt an mehreren Stellen eine Überschneidung hinsichtlich der Merkmale und Merkmalsträger auf. Vor dem zeitlichen Hintergrund stellt sich das in Planung befindliche Erhebungsprogramm wie in der folgenden Abbildung 6 dar:

Abbildung 6



Auch wenn unter den gegenwärtigen Umständen nicht damit gerechnet werden kann, daß dieses Szenario genau in dieser Weise Realität wird, so wird doch klar, daß eine Rationalisierung bei diesen Erhebungen durch eine möglichst enge Verzahnung der einzelnen Elemente von sehr hoher Bedeutung sein wird, und zwar sowohl für die Befragten - das sind überwiegend die datenbesitzenden Körperschaften, wie Gemeinden oder Landesanstalten für Umwelt - als auch für die statistischen Ämter. Wenn beispielsweise an einer Stelle dieses Berichtssystems die Art der Bodennutzung flächendeckend erhoben wird, so kann selbstverständlich bei der Erhebung der anderen Attribute, wie Wasserschutz, auf diese Frage verzichtet werden. Voraussetzung dafür ist lediglich, daß in der Ersterhebung eines Merkmals seine geographische Bezugsfläche miterfaßt wird, z.B. also die Fläche des Wasserschutzgebiets mit den Koordinaten seines Grenzverlaufs. Das geographische Informationssystem STABIS ist dann in der Lage, die verschiedenen Daten zusammenzuspielen und gemeinsam auszuwerten. In den Folgeerhebungen sind anschließend die Stammdaten bekannt, so daß i.d.R. nur noch die Veränderung der Attribute abgefragt werden muß.

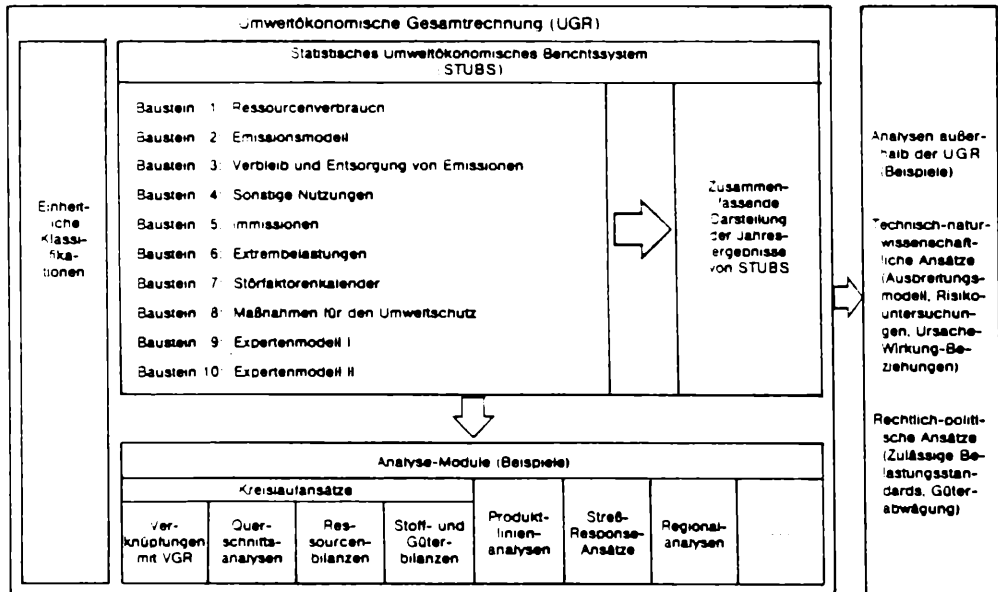
3 Umweltökonomische Gesamtrechnung

Das Statistische Bundesamt hat sich im Anschluß an eine Anhörung des Bundestagsausschusses für Wirtschaft im Mai 1989 dazu entschlossen, eine Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR) zu konzipieren. Mittlerweile ist ein Grundkonzept vorgelegt worden (Statistisches Bundesamt 1990), das sich in erster Linie mit der Messung und den konzeptionellen Problemen der Ressourcenentnahme, der Emission von Stoffen, der sonstigen Umweltnutzungen, mit der Entsorgung und dem Verbleib von Emissionen beschäftigt, aber auch die Immissionslage und ihre zeitliche Veränderung in die Betrachtung einbezieht und bestimmte ausgewählte Nutzungen der Umwelt als Standort berücksichtigt.

Hinzu kommen Vorschläge für die monetäre Bewertung auf vier Feldern: Ressourcenverbrauch, Emissionen und der Verbleib von Emissionen sowie die Veränderungen der Immissionen. Insgesamt wird bei diesem Umweltberichtssystem das Ziel verfolgt, den Zustand der Umwelt und seine Entwicklung quantitativ zu erfassen und darzustellen. Die UGR wird unabhängig von den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (Sozialproduktsberechnungen) aufgebaut, es wird aber auf die Verknüpfbarkeit der Eckwerte beider Systeme geachtet. Die Grundstruktur der UGR zeigt Abbildung 7 (siehe S. 187).

Abbildung 7

Aufbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnung



Mit einem derartigen Berichtssystem wird zu einem großen Teil Neuland betreten. Das bedeutet, daß sich bei der praktischen Erstellung der UGR erhebliche Schwierigkeiten einstellen werden, die nur schrittweise zu bewältigen sind und Konzeption und Inhalt in vielfältiger Weise beeinflussen werden. Eine dieser Schwierigkeiten ist, daß die sammelnden Daten von sehr unterschiedlicher Natur sind und sich auf verschiedene Gebiete beziehen. Neben adressbezogenen Daten, wie sie in der Statistik bisher vorwiegend üblich sind, werden auch Sachverhalte über verschiedene Arten geographischer Bezugsobjekte abzubilden sein.

Es sollen nach dem Konzept der UGR nicht nur die eng an die ökonomischen Aktivitäten gebundenen Sachverhalte, wie Emissionen und Ressourcenverbrauch, gesammelt und ausgewertet werden. Vielmehr ist auch an die Einbeziehung von Informationen gedacht, die mit den Verursachern und ökonomischen Aktivitäten nicht unbedingt direkt verknüpfbar sind, wie Immissionslage und Nutzungen der Umwelt. Im Prinzip ist also beabsichtigt, spiegelbildlich zu dem Entstehen, Verteilen und Verwenden ökonomischer Werte auch die Entstehung und Verteilung ökonomisch bedingter Umweltbelastungen sowie die Veränderung der Leistungsbereitstellung der Umwelt zu beobachten.

In einem ersten Teil des Berichtssystems geht es um die Entstehung der Belastung. Messungen und modellhafte Berechnungen werden in Kombination mit den Daten der Wirtschaftsstatistik die UGR-Bausteine "Emissionen" und "Ressourcenabbau und -verbrauch" bedienen können. Ähnliches gilt für den Baustein "Umweltschutzmaßnahmen". Die Grundstruktur der Informationen dargestellt in Form von Tabellen ist:

	Art der Belastung
Art der wirtschaftlichen Tätigkeit	

Für diese Daten sind demnach die gewohnten Strukturen aus der Wirtschaftsstatistik verhältnismäßig gut übertragbar. Die regionale Dimension spielt nur eine nebengeordnete Rolle.

Im zweiten Teil des Systems ist die räumliche Dimension der Daten dagegen von großer Bedeutung. Bei der Quantifizierung der Verteilung von Belastungen auf die Umwelt ist man vielfach auf die entsprechenden Meßnetze und -methoden der einzelnen Bereiche angewiesen. Diese zeigen jedoch die Immissionslage oder die Nutzung eines spezifischen räumlichen Ausschnitts der Umwelt an. Die Grundstruktur der entsprechenden Bausteine (Immissionslage, Entsorgung, Nutzungen, Extremwerte und Störfälle) ist dementsprechend (stark vereinfacht):

	Umweltbereiche in räumlichen Verteilung
Art der Belastung	

Entsprechend der vom Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU 1987) vorgenommenen Einteilung von Leistungen und Nutzungen der Umwelt verbleibt nun dem dritten Teil der UGR die Aufgabe zu zeigen, wie die Leistungsfähigkeit der Umweltbereiche sich durch die Belastung verändert, wie also die Rückkopplung erfolgt. Dieser Teil ist zweifellos mit den größten Meßschwierigkeiten verbunden. Abgebildet wird er nach dem derzeitigen Konzept wohl überwiegend im Baustein "Nutzungen". Die (vereinfachte) Tabellenstruktur ist:

	Leistungsfähigkeit
Umweltbereiche	

Ein Modell der Datensammlung und Auswertung, das auf diesen Überlegungen aufbaut, zeigt Abbildung 8 (siehe S. 189). Dabei sind nur für die o.g. raumbezogenen Umweltdaten entsprechende kartographische Ebenen vorgesehen. Bei Emissionsdaten sowie Ressourcenabbau und -verbrauch wird angenommen, daß die Daten überwiegend auf hoher regionaler Aggregationsebene berechnet werden. In der "black box" der Datenauswertung wird symbolhaft und exemplarisch die Vorgehensweise abgebildet, die in den Projekten des MAB-Programms der UNESCO (s. z.B. Schaller 1990) angewandt wird: Raumbezogene Einzelinformationen werden mit dazu passenden Durchschnittswerten verknüpft, um auf diesem Wege fehlende Einzelinformationen rechnerisch zu schätzen. Außerdem werden die in den verschiedenen Ebenen abgelegten geographischen Informationen miteinander "verschnitten", um fehlende Messungen durch Schätzwerte zu ersetzen.

Wenn auch von diesem einfachen Modell noch kein konkretes Konzept abgeleitet werden kann, so wird doch damit sehr deutlich, daß ein Geo-Informationssystem benötigt wird, um eine große Vielfalt von regionalen Gliederungen in einem Gesamtrechnungssystem verarbeiten zu können. Neben der im vorhergehenden Abschnitt erläuterten Registerfunktion in der Sammlung und Aufbereitung raumbezogener Daten ist ein Geo-Informationssystem jedoch vor allem erforderlich, um Informationen raumbezogen zusammenführen, überlagern und analysieren zu können. Auf diese Weise werden die regionalen Gliederungen bei der Datensammlung und bei der Ergebnisdarstellung voneinander entkoppelt, so daß auf beiden Seiten die erforderliche Flexibilität erreicht wird.

4 Stufenplan zur Realisierung

Am Ende der Pilotstudie STABIS und vor dem Hintergrund der in den vorhergehenden Abschnitten dargestellten Überlegungen schlägt das Statistische Bundesamt die Einrichtung eines raumbezogenen Informationssystems vor, das stufenweise mit Daten gefüllt werden soll. Die vorgeschlagenen Stufen sind ausgerichtet nach der Dringlichkeit des fachlichen Bedarfs, nach dem Aufwand für die Datensammlung und dem Stand der Konkretisierung der Datenanforderung. Im einzelnen sind dies:

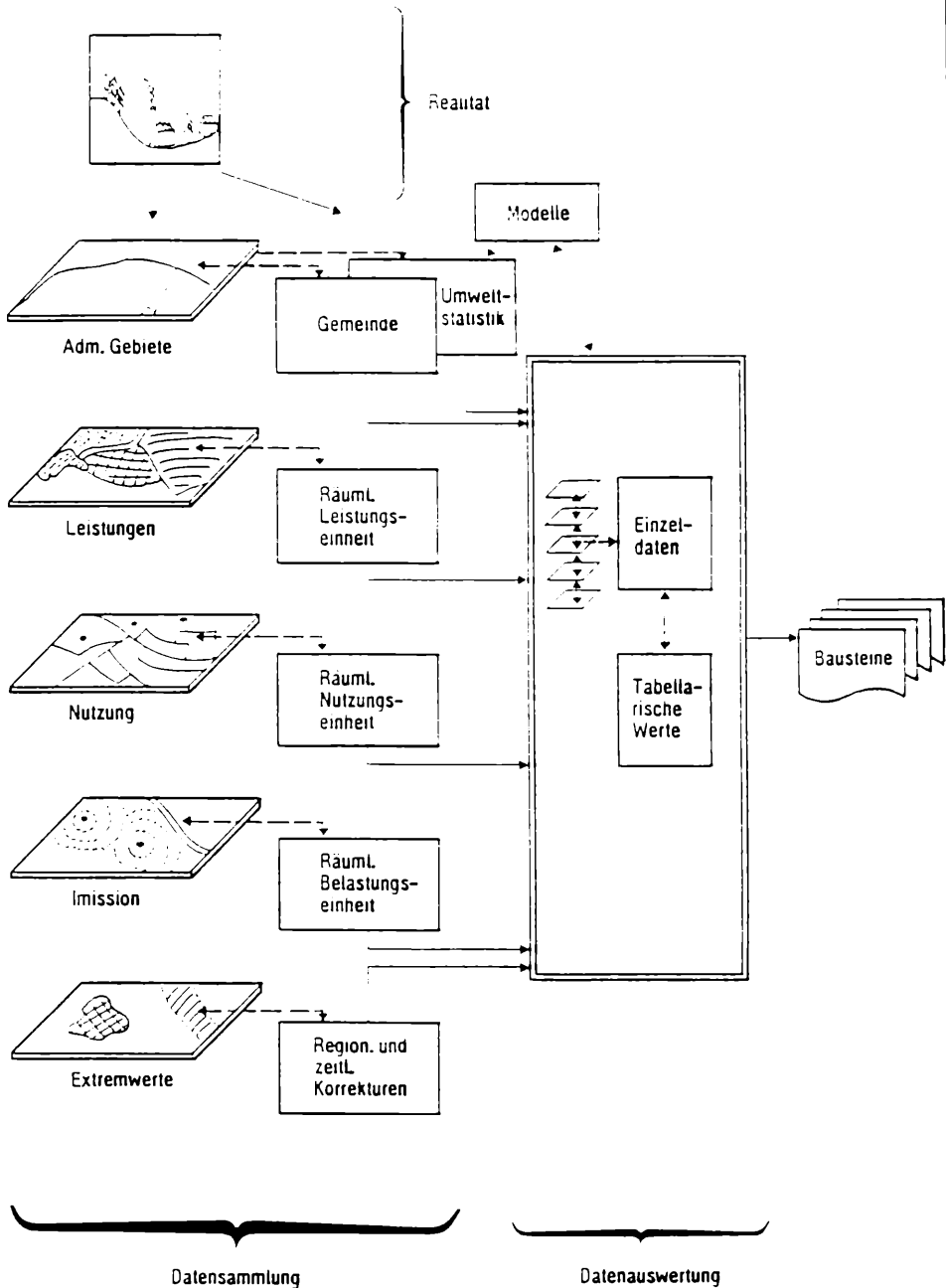
1. Stufe: Aktuelle Bodennutzung/ -bedeckung

Die Nutzung bzw. Bedeckung der Bodenfläche ist für jede Darstellung der Umweltsituation oder Bewertung von Eingriffen von zentraler Bedeutung. Zu diesem wichtigen Merkmal gibt es kein auch nur annähernd zufriedenstellendes einheitliches Datenmaterial. Aus verfügbaren Satelliten- und Luftbildern sowie topographischen Karten werden Informationen über die aktuelle Bodennutzung/-bedeckung extrahiert und eine digitale Karte erstellt. Das soll - ggf. zeitlich teilweise parallel - in zwei Detaillierungsebenen erfolgen, nämlich als CORINE Land Cover und als STABIS-Bodennutzung.

Abbildung 8

Abb. 8:

MODELL DER DATENSAMMLUNG UND -AUSWERTUNG
IN EINER STATISTISCHEN UMWELTBERICHTERSTATTUNG



2. Stufe: Statistisches Bodenberichtssystem

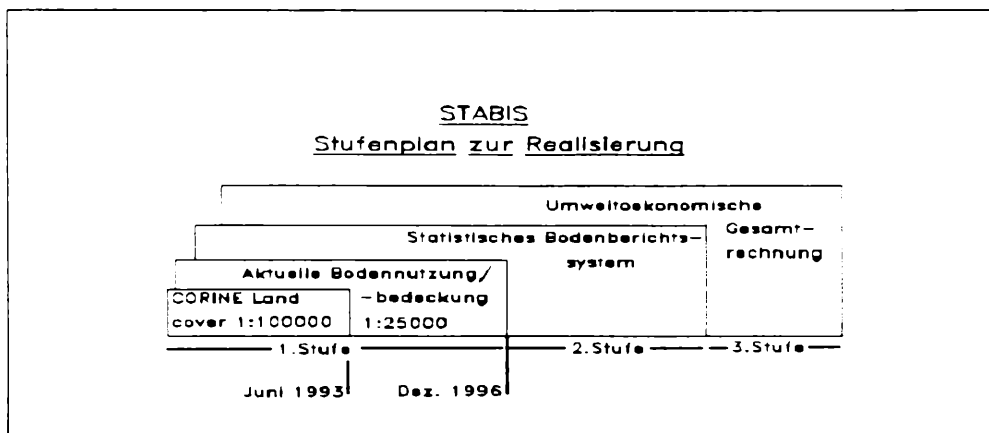
Aufbauend auf den Basisdaten der 1. Stufe sollen die geplante Bodennutzung, Schutzgebiete, Altlastenflächen, Bodenversiegelung usw. erfaßt werden. Damit sollen u.a. die Merkmale aufgenommen werden, die in den Arbeiten zur Umweltstatistiknovelle angesprochen worden sind.

3. Stufe: Informationssystem zur Statistischen Umweltberichterstattung

Zusätzlich zu den Daten der 1. und 2. Ausbaustufe sollen andere raumbezogene statistische Sachverhalte, wie Arbeitsstätten, Bevölkerung, Wohnungen, Emissionen, einbezogen werden. Diese Stufe ist für den Aufbau einer UGR von grundlegender Bedeutung.

Insbesondere in dieser 3. Ausbaustufe wird deutlich: Die UGR als eher deduktiv geprägter Ansatz modelliert ein geeignetes Ziel für die induktive Vorgehensweise im STABIS-Projekt.

Abbildung 9



Der Stufenplan (Abbildung 9) zeigt, welche Herausforderungen auf die Statistik im Bereich der raum- und umweltbezogenen Informationen zukommen. Statistische Grundlageninformationen sind auch hier unverzichtbar für die gegenwärtigen und zukünftigen Fragestellungen. Nicht zuletzt um auch die bereits vorliegenden Statistiken besser nutzen zu können, sind die statistischen Methoden jedoch um neue Verfahren zu ergänzen. Interdisziplinäre Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen wird der Statistik dabei helfen.

Literaturhinweise

- Beuerlein, I. (1989): Daten über die Bodennutzung, in: *Wirtschaft und Statistik*, 6/1989, S. 340 ff.
- Beuerlein, I. (1990): Nutzung der Bodenfläche in der Bundesrepublik Deutschland - Erste Ergebnisse der Flächenerhebung 1989, in: *Wirtschaft und Statistik*, 6/1990, S. 389 ff.
- Cornaert, M.-H. (1991): The CORINE information system: an operational tool for the environmental policy of the European Community, in: *Neue Wege raumbezogener Statistik*, Band 20 der Schriftenreihe "Forum der Bundesstatistik", herausgegeben vom Statistischen Bundesamt, Stuttgart.
- Huber, L. (1911) Die übrige landwirtschaftliche Statistik, in Zahn, F. (Hrsg.): *Die Statistik in Deutschland nach ihrem heutigen Stand*, Berlin.
- Radermacher, W. (1986): Daten über die Bodennutzung - Ergebnisse der Flächenerhebung 1985 und Weiterentwicklung der Erhebungsmethode, in: *Wirtschaft und Statistik*, 5/1986, S. 387 ff.
- Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1987): *Umweltgutachten 1987*, S. 40 ff., Stuttgart.
- Schaller, J. (1990): Ökosystemforschung Berchtesgaden, Vortrag auf der Fachveranstaltung Geographische Informationssysteme im Haus der Technik, Essen.
- Statistisches Bundesamt (1990): *Umweltökonomische Gesamtrechnung - Ein Beitrag der amtlichen Statistik*, Wiesbaden.
- Stralla, H. (1991): STABIS - Ein raumbezogenes Informationssystem in der Statistik, in: *Neue Wege raumbezogener Statistik*, Band 20 der Schriftenreihe "Forum der Bundesstatistik", herausgegeben vom Statistischen Bundesamt, Stuttgart.
- Wirth, H. (1940): *Statistik der Bodenbenutzung*, in Burgdörfer, F. (Hrsg.): *Die Statistik nach ihrem heutigen Stand*, Berlin.

Zusammenfassung der Diskussion

Die insgesamt lebhafteste, im Ganzen aber nicht sehr kontrovers geführte Diskussion soll im folgenden in fünf Themenbereichen zusammengefaßt werden:

1 Datenverarbeitung

Die Entwicklungen auf dem Gebiet der Datenverarbeitung sind gekennzeichnet durch einen immer größer werdenden Anteil von Standards und genormten Bereichen. Daneben gibt es einen Trend zu einer stärkeren Problemorientierung der angebotenen Produkte. Für die immer vielfältiger werdende geographische Software bedeutet dies, daß ein genereller Vergleich kaum noch möglich ist. Nur aus der Sicht einer speziellen Anwendung kann eine Software beurteilt werden.

Flächendeckende Statistikdaten mit Raumbezug sind verbunden mit einem sehr großen Datenvolumen. Zu fordern, aber auch in der näheren Zukunft zu erwarten, ist daher ein leistungsfähiges Raster/Vektor-System, so daß neben einem Grunddatenbestand im Vektorformat ein abgeleiteter Rasterdatenbestand für Auswertungszwecke vorgehalten werden kann.

2 Fernerkundung

Fernerkundung liefert sehr oft nicht unbedingt bessere Informationen als traditionelle ausgefeilte statistische Berichtssysteme. Ausgefeilte Berichtssysteme sind jedoch i.d.R. teuer. Fernerkundung sollte daher mit Blick auf zukünftige Möglichkeiten der Kostenreduktion heute stärker gefördert werden. Zu bedauern ist deshalb, daß die Beteiligung der Bundesrepublik Deutschland an internationalen Forschungsprojekten in diesem Bereich bisher schwach war. Ebenfalls zu bedauern ist, daß die Förderung Raumfahrtforschung sich bislang nur wenig um die Auswertung von Ergebnissen und Anwenderförderung gekümmert hat. Zumindest in diesem zweiten Punkt scheint jedoch ein gewisser Wandel zu erwarten zu sein, indem auch Pilotprojekte der Erkundungsanwender finanziell stärker unterstützt werden sollen.

Stärker beachtet werden sollte die Möglichkeit einer methodischen Verzahnung, also z.B. einer Anbauflächenermittlung mittels Satellitenfernerkundung auf der Basis einer Flächenstichprobe mit agrarstatistischen Daten (z.B. besondere Ernteterminung) als Auswahlgrundlage.

*) Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

3 Daten

Es wird allgemein die Notwendigkeit einer höheren Standardisierung von Daten gesehen; dies ist die wichtigste Voraussetzung für eine Kooperation unterschiedlicher Stellen und für einen Datenaustausch.

Die Genauigkeit der Daten aus Stichproben und Meßnetzen, aus Fernerkundung sowie aus Befragungen ist im Einzelfall zu beurteilen und zu vergleichen. Die Auswahl des geeigneten Verfahrens und vor allem die Freigabe der Daten für die Öffentlichkeit ist davon in starkem Maße abhängig.

Bei internationalen Karten sind die Lage- und Höhenkoordinaten der verschiedenen Länder anzugleichen.

Betont wird allgemein der hohe Wert des Raumbezugs für statistische Auswertungen. Speziell die Adresse, die fälschlicherweise als ein zu vernachlässigendes Hilfsmerkmal zu oft und zu schnell vernichtet zu werden droht, muß mehr Beachtung finden. Digitale Straßenkarten werden als ein geeignetes Instrument zur Umrechnung der Adressen in Koordinaten angesehen. Gebäudekoordinaten - wie sie in der Schweiz vorhanden sind - sind grundsätzlich auf alle Fälle erstrebenswert.

Zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung wird betont, daß das Risiko besteht, zu starke fachliche und regionale Generalisierungen vorzunehmen. Die Umweltökonomische Gesamtrechnung braucht aber auch die Akzeptanz von ökologischer Seite, die mit derartigen "Integralen" größere Probleme hat als die Ökonomie. Man sollte deshalb schon möglichst früh auch Ökologen in die Methodendiskussion einbinden.

4 Gewinnung, Verwaltung und Auswertung der Daten

Eine stärkere Kooperation zwischen Institutionen wird für notwendig gehalten, und zwar zwischen

- Kommunen, Ländern und Bund,
- statistischen Ämtern sowie
- Verwaltung und statistischen Ämtern.

Eine föderalistische Funktions- und Aufgabenteilung ist zwar auch hier unverzichtbar, die Gefahr von unkoordinierten Einzellösungen ist jedoch groß und sollte durch intensivere Abstimmung in Grenzen gehalten werden. Verhältnismäßig unklar ist in diesem Zusammenhang noch die Aufgabendefinition der amtlichen Statistik. Insbesondere für die aus unterschiedlichsten Verwaltungsbereichen stammenden Umweltinformationen ist zu klären, in welchem Umfang diese statistisch aufbereitet werden können und sol-

len und ob diese - einschließlich der Veröffentlichung der Ergebnisse - eine Aufgabe der amtlichen Statistik ist.

In diesem Kontext ist selbstverständlich auch die Datenschutzdiskussion erneut zu führen. Einerseits haben viele der hier zur Debatte stehenden Informationen keinen oder nur einen indirekten Personenbezug. Andererseits ist freilich die starke Regionalisierung immer mit der Gefahr verbunden, daß zwangsläufig auch einzelne "Fälle" (wenn auch nicht unbedingt Personen) erkennbar werden. Hier ist zu hoffen, daß eine problemorientierte Erörterung einen befriedigenden Kompromiß zwischen Datenschutz und Datenauswertung ergeben wird.

5 Spezialthema: Neue Bundesländer

Für die neuen Bundesländer und ihre zukünftige Entwicklung wird ein außergewöhnlich hoher Bedarf an Regionaldaten betont. Dem steht bislang ein überaus mangelhaftes Datenangebot gegenüber. Darüber hinaus ist bei dem derzeitigen Mangel an personellen, technischen und finanziellen Kapazitäten auch nicht mit einer schnellen Änderung dieser Situation zu rechnen. Insbesondere die kommunalen statistischen Ämter im Beitrittsgebiet brauchen deshalb dringend Hilfe in Form von finanzieller, methodischer und personeller Unterstützung.

Fernerkundung bietet dabei die einzige Chance, relativ rasch und verhältnismäßig kostengünstig Basisinformationen für die Planung bereitzustellen.

Anhang

Teilnehmerverzeichnis des wissenschaftlichen Kolloquiums "Neue Wege raumbezogener Statistik"

1 Moderator und Referenten

Prof. Dr. Dr. h.c. Heinz Schmidt-Falkenberg (Moderator)	Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt
Dr. Joachim Wiesel	Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Karlsruhe
Michel Cornaert	Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Generaldirektion Umwelt, Verbraucherschutz und nukleare Sicherheit, Brüssel
Dr. Wolfgang Möhlenbrink	Daimler-Benz AG, Stuttgart
Rolf Harbeck	Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bonn
Dr. Ulrich Lagally	Bayerisches Geologisches Landesamt, München
Prof. Dr. Hartmut Kenneweg	Institut für Landschafts- und Freiraumplanung, Berlin
Prof. Dr. Eckart Elsner	Statistisches Landesamt Berlin
Javier Gallego	Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Joint Research Centre, Institute for Remote Sensing Applications, Ispra (Varese)
Markus Bichsel	Bundesamt für Statistik, Bern
Dr. Hans-Peter Gatzweiler	Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn
Dr. Helma Neumann	Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Berlin-Alexanderplatz
Dr. Heinz Stralla	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Walter Radermacher	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

2 Ministerien und politische Parteien

Cornelia Gatzweiler	Fraktion der SPD im Deutschen Bundestag, Bonn
Dr. Manuel Kiper	Die Grünen im Deutschen Bundestag, Bonn
Dr. Hartmut Sellge	Niedersächsisches Innenministerium, Hannover
Wulf Schröder	Hessisches Ministerium für Wirtschaft und Technik, Wiesbaden
Werner Stahl	Der Bundesminister der Verteidigung, Bonn

3 Behörden, Universitäten, Institute, Unternehmen und Verbände

Lutz-Rainer Berlekamp	BBV Beratungsbüro Bodenversiegelung, Osterholz-Scharmbeck
Rüdiger Budde	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen
Rainer Cammerer	Amt für militärisches Geowesen, Euskirchen
Ute Gangkofner	Gesellschaft für angewandte Fernerkundung mbH, München
Wolfhart Gillessen	Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH, Ottobrunn
Günter Gwießner	Freie und Hansestadt Hamburg, Baubehörde - Vermessungsamt
Dr. Günter Halbritter	Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Wiesbaden
Dr. Theo Kötter	Lehrstuhl für Städtebau und Siedlungswesen, Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität, Bonn
Dr. Ernst-Rüdiger Look	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover
Wolfgang Michalski	Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bonn

Karl Ulrich Pierini	Amt für militärisches Geowesen, Euskirchen
Norbert Pranzas	BBV Beratungsbüro Bodenversiegelung, Osterholz-Scharmbeck
Reinhardt	Siemens AG, München-Perlach
Relin	Gesellschaft für angewandte Fernerkundung mbH, München
Rudolf Ridinger	Deutscher Industrie- und Handelstag, Bonn
Schellerer	Siemens AG, München-Perlach
Dr. Manfred Schramm	Institut für Planungsdaten ifp, Offenbach
Dr. Achim Schulz	GeoTop, Wiesbaden-Erbenheim
Dr. Wolfgang Steinborn	DARA, Bonn
Dr. Frank-W. Strathmann	Institut für Geographie der Universität München
Prof. Dr. Heinrich Strecker	Starnberg
Dr. Hans Vahle	Karl-Marx-Universität Leipzig
Gabriele Walloscek	Büro Cochet, Wachtberg
Dr. Volker Wille	Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover
Yang	Siemens AG, München-Perlach
Dr. Eberhard Zeipert	Karl-Marx-Universität Leipzig

4 Statistische Ämter

Dr. Sibylle Appel	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Irmtraud Beuerlein	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Claudia Brunner	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Dr. Helmut Büscher	Amt für Stadtordnung und Statistik, Nürnberg
Dr. Manfred Ehling	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Rudolf Giehl	Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, München
Winfried Gruber	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart
Lothar Hake	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Egon Hölder	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Marianne Jäger	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Kähmer	Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
Andreas Kahnert	ECE Stat. Division, Genf
Dr. Kötz	Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
Dr. Günter Koop	Niedersächsisches Landesverwaltungsamt - Statistik -, Hannover
Norbert Kopp	Statistisches Landesamt Berlin
Günther Koß	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Dr. Joachim Kühn	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Rudolf E. Lehrmann	Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Außenstelle Mainz
Dr. Stefan Massante	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

Dick Meuldijk	Centraal Bureau voor de Statistiek, AZ Voorburg
Berthold Müller	Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden
Dr. Karin Rais	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Schäfer	Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
Liane Schmidt	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Dr. Hartmut Schulze	Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Berlin
Dr. Rudolf Stadtler	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart
Hans-Joachim Stede	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
Klaus Trutzel	Amt für Stadtforschung und Statistik, Nürnberg
Erwin Wartenberg	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden