

Die Bundesstatistik als Anbieter und Nutzer von raumbezogenen Daten

Zusammenfassung

Entsprechend dem aktuellen schweizerischen Bundesstatistikgesetz können praktisch alle Daten, die im allgemeinen mit geographischen Informationssystemen (GIS) verwaltet und verarbeitet werden, auch als statistische Daten betrachtet werden. Dies schließt insbesondere Informationen über Boden, Bevölkerung, Betriebe wie auch Naturobjekte, deren Lage im Raum erfaßt werden kann, mit ein. Daraus leitet sich auch die Aufgabe ab, daß solche Angaben durch die Bundesstatistik erhoben und im Bundesamt für Statistik (BFS) verwaltet, genutzt und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Die Sektion Raumnutzung im BFS unterhält im Rahmen ihrer GIS-Infrastruktur auch eine spezialisierte Servicestelle, welche potentiellen Datenbenützern und Kunden aus Verwaltung, Forschung, Wirtschaft und der gesamten Öffentlichkeit offensteht und ihnen Daten, Auswertungen, Beratung und Informationen anbietet. Die Basis von GEOSTAT bildet die zentrale GIS-Datenbasis der Bundesverwaltung, welche die verschiedensten gesamtschweizerisch und digital vorliegenden raumbezogenen Daten von unterschiedlichen Bundesstellen harmonisiert zusammenführt und für Auswertungen und Diffusion verfügbar macht.

Der Dienst Geokodierung derselben Sektion ordnet allen Gebäuden der Volkszählung (ab 1990) sowie der schweizerischen Betriebszählung 1995/96 Schwerpunktskoordinaten zu. Dadurch können die im Rahmen dieser Vollerhebungen erfaßten Variablen unter Berücksichtigung des Datenschutzes mit einer sehr feinen räumlichen Auflösung von 1 Hektare ins GIS übergeführt werden. Sie stehen dann, zusammen mit den übrigen vorhandenen Datensätzen, für eine breite Palette von Untersuchungen und Auswertungen zur Verfügung.

Einige konkrete und potentielle Anwendungen der vorhandenen Daten sollen das Potential und die Breite der Fragestellungen, die damit angegangen werden können, illustrieren. Eine besondere Stellung dürfte in Zukunft aber auch die Satellitenfernerkundung erhalten, deren Daten und Auswertungen eine willkommene Ergänzung für die eher traditionellen GIS-Datensätze bilden werden. Ein erster Pilotversuch wurde vor wenigen Monaten im BFS gestartet, der zum Ziel hat, die Machbarkeit einer gesamtschweizerischen Unterscheidung von Laub-, Nadel- und Mischwald als Ergänzung der auf der Grundlage von konventionellen Luftbildern erhobenen Arealstatistik nachzuweisen.

1 Raumbezogene Daten

1.1 Rechtliche Grundlage der schweizerischen Bundesstatistik

Die Tätigkeitsbereiche der verschiedenen Statistikproduzenten der Schweizer Bundesverwaltung werden im wesentlichen durch das Bundesstatistikgesetz vom August 1993 definiert und rechtlich abgestützt. Dessen dritter und vierter Artikel umschreiben die Ziele und Aufgaben der Bundesstatistik sowie allgemeine Richtlinien für die Durchführung statistischer Erhebungen und Grundzüge für die Datenbeschaffung. Dabei werden insbesondere Raum- und Umweltdaten sowie die Raumnutzung als wichtige und notwendige Elemente der Bundesstatistik erwähnt. In der Botschaft des Bundesrats zu diesem Gesetz wird der Begriff der statistischen Daten oder Informationen noch etwas detaillierter erläutert. Danach zählen Angaben über Personen, Haushalte, Betriebe und Unternehmungen, die uns zweifelsohne an die traditionellen, regelmäßig durchgeführten Volks- und Betriebszählungen erinnern, ebenso dazu wie solche über Landparzellen, Gebäude, Wohnungen und andere räumlich definierte Punkte oder Regionen (z. B. Hektaren oder administrative Einheiten wie Gemeinden usw.). Daraus läßt sich schließen, daß ein Großteil der im allgemeinen mit geographischen Informationssystemen verwalteten und bearbeiteten Daten als statistische oder zumindest statistisch relevante Informationen betrachtet werden können.

1.2 Die raumbezogene Statistik im Rahmen des BFS

In der Praxis wird man eine breite inhaltliche Überschneidung zwischen den Begriffen *raumbezogene, geographische und statistische Daten* feststellen. Ohne uns aufs Glatteis exakter wissenschaftlicher Definitionen für solche Bezeichnungen zu wagen, konzentriert sich das BFS und insbesondere seine Sektion Raumnutzung aber doch hauptsächlich auf diesen Schnittbereich der geographischen, raumbezogenen, statistischen Daten, welche als eigentliche Informations- oder Datenbasis der raumbezogenen Statistik verstanden werden können.

Das Bundesamt für Statistik, eines der recht zahlreichen Ämter des Eidgenössischen Departements des Innern, besteht aus fünf Abteilungen und insgesamt 22 Sektionen (Abb. 1). Neben der Abteilung *Zentrale Dienste* stehen vier sogenannte technische oder Produktionsabteilungen, die die eigentlichen statistischen Resultate erarbeiten und sich auf je einen Hauptaspekt der schweizerischen Bundesstatistik konzentrieren. Die Abteilung *Bevölkerung und Beschäftigung* betreut die Statistiken zur Bevölkerungs- und Haushaltsstruktur, zur Demographie, zu Gesundheit, Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Arbeitsmarkt sowie sozialer Sicherheit. Sie ist ebenfalls für die alle zehn Jahre durchgeführte *Volkszählung* der Schweiz verantwortlich. Die Abteilung *Volkswirtschaft und Preise* veröffentlicht die nationale Buchhaltung der Schweiz, Preis- und Lebenskostenindizes sowie Statistiken über die wirtschaftlichen Tätigkeiten, Produktion und Umsatz, Löhne und Arbeitsbedingungen. Die Statistiken der Abteilung *Gesellschaft und Bildung* schließen Kultur, Politik, Abstimmungsergebnisse, Schulen und andere Bildungsinstitutionen, Wissenschaft und Forschung sowie Rechtsprechung und Kriminalität mit ein. Die Informationen oder Statistiken der Abteilung *Raumwirtschaft* stehen in einem räumlichen oder geographischen Kontext und decken die thematischen Bereiche Umwelt, Tourismus, Verkehr und Kommunikation sowie Land- und Forstwirtschaft ab. Die Abteilung betreut zusammen mit der Abteilung *Volkswirtschaft und Preise* auch die ebenfalls alle zehn Jahre durchgeführte *Betriebszählung* der Schweiz. Die Sektion *Raumnutzung* ist eine der jüngeren Sektionen des Amtes und wurde vor rund zehn Jahren im Rahmen der ersten mit der neuen Methode der stichprobenweisen Luftbildinterpretation durchgeführten Arealstatistik gegründet. Seitdem sind ihre Zuständigkeit und ihr Datenangebot über den Bereich der Bodennutzung hinausgewachsen und umfassen die gesamte Breite der verfügbaren raumbezogenen oder geokodierten Daten. Die Nachführung der Arealstatistik ist aber immer noch einer der wichtigsten Aufgabenbereiche der Sektion, wird aber nun durch GEOSTAT und die Geokodierung ergänzt. Mit GEOSTAT unterhält die Sektion überdies ein GIS mit umfassenden raumbezogenen Basisdaten des Bundes. Diese sowie darauf basierende Auswertungen und damit in Zusammenhang stehende Dienstleistungen stehen einer Vielzahl von Benutzern offen. Vor dem Hintergrund des Bundesstatistikgesetzes ist es nur folgerichtig, daß das BFS seit vielen Jahren versucht, eine solide Basis georeferenzierter Daten aufzubauen, die Möglichkeiten geographischer Informationssysteme für die Verwaltung, Auswertung, Präsentation und Diffusion solcher Daten zu erproben und zu nutzen und die Bedürfnisse einer Vielzahl interessierter Datenbenutzer nach Rohdaten und abgeleiteten Produkten und Resultaten zu befriedigen. Die heute verfügbare Technologie bedingt eine zentrale Datenverwaltung aller relevanten geostatistischen Informationen, sollen die Stärken und Vorzüge geographischer Informationssysteme effizient und optimal genutzt werden können. Diese sind aber in der Regel durch verschiedene Institutionen erhoben

oder digitalisiert worden und unterstehen deshalb unterschiedlichen Datenherren. Ein nationales statistisches Amt kann das Zusammenführen solcher Datenbestände und den Aufbau eines zentralen Datenarchivs optimal wahrnehmen, indem es aufgrund seiner breiten technisch-fachlichen und Marketingerfahrungen die Zusammenarbeit von Datenproduzenten gewinnen kann, die ihrerseits vom Aufbau einer Vertriebsorganisation und den entsprechenden administrativen Umtrieben entlastet werden. Durch eine solche Zusammenarbeit erhalten die Datenbenutzer die einzigartige Möglichkeit, Kombinationen, Verschneidungen und komplexe Auswertungen verschiedenster unabhängiger Datensätze zu beziehen, ohne daß sie gezwungen sind, jede dazu notwendige Teilinformation bei der entsprechenden Quelle einzuholen. Ferner können sie auch die erheblichen Kosten für Infrastruktur, Personal und dessen Aus- und Weiterbildung einsparen, welche zur Durchführung eigener solcher Analysen und Arbeiten unerlässlich sind.

1.3 Datenangebot weiterer Bundesstellen

Nebst dem Bundesamt für Statistik nimmt vor allem das *Bundesamt für Landestopographie* eine herausragende Rolle als Datenanbieter für Anwender geographischer Informationssysteme ein. Sein Angebot, das zusammenfassend in Tabelle 1 dargestellt ist, umfaßt ein breites Spektrum von topographischen oder Grundlagedaten. Es wird in zunehmendem Maß ergänzt durch die in den letzten Jahren digital erhobenen Daten der amtlichen Vermessung. Diese können allerdings nicht zentral über eine Bundesstelle bezogen werden, sondern werden von den verschiedenen kantonalen Vermessungsämtern, des öfteren gar von den einzelnen Kantonsgeometern vertrieben, die für die Vermessung und deren Nachführung innerhalb eines gewissen Gebiets zuständig sind.

Tabelle 1 Übersicht über das GIS-Datenangebot der Landestopographie

Digitale Geländemodelle	
RIMINI	Auflösung 250 m
DHM 25	Auflösung 25 m
Rasterdaten	
Pixelkarten	PK 25, PK 50, PK 100, PK 200, PK 500
Luftbilder	
Digitale Orthofotos	Auflösung wahrscheinlich etwa 1 m, erhältlich ab 1997 oder später
Satellitendaten	Vermittlung durch NPOC Schweiz
Landsat	Landsat 4 und 5,
Thematic Mapper	Auflösung 30 m, 6/7 Spektralkanäle
SPOT	SPOT 1 und 2, Auflösung 10-20 m, 3/4 Spektralkanäle
Vektordaten	
VECTOR 200	basierend auf Landeskarte 1 : 200 000, ganze Schweiz lieferbar
VECTOR 25	basierend auf Landeskarte 1 : 25 000, erhältlich ab 1996

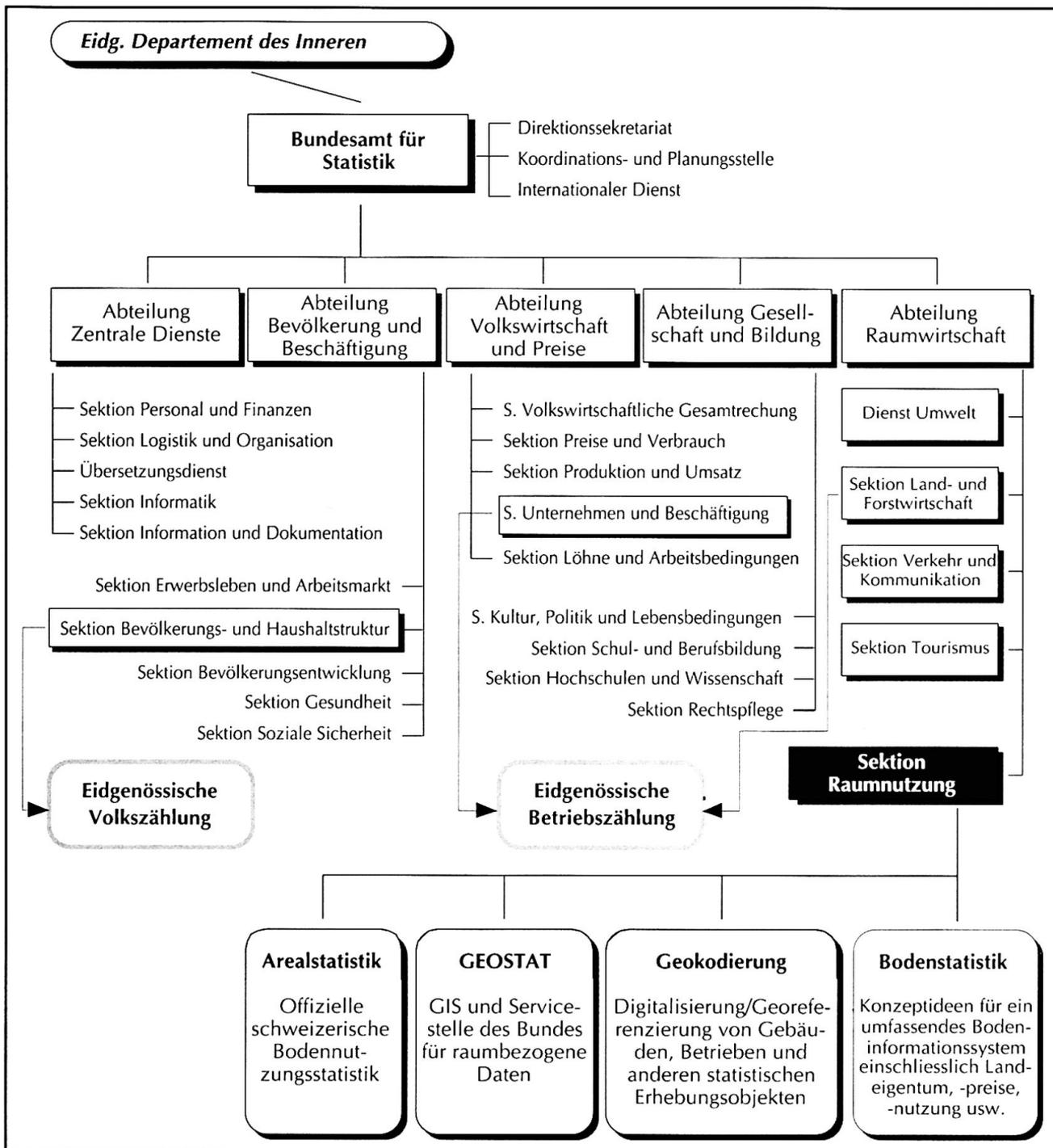


Abb.1 Vereinfachtes Organigramm des Bundesamts für Statistik.

Eine Reihe weiterer Bundesämter verfügt über raumbezogene und GIS-Daten, und weitere arbeiten an Projekten, welche in den kommenden Jahren mit einer großen Wahrscheinlichkeit einige noch bestehende Datenlücken abdecken werden. Viele dieser Daten können aber auch, oft einfacher und schneller, über GEOSTAT und das BFS bezogen werden, insbesondere wenn sie in Kombination mit anderen Daten weiterer Datenherren benötigt werden. Zu den wichtigsten darunter zählen:

- BUWAL Natur-/Schutzinventare; Landeshydrologie und -geologie: Meßnetze (Hydrologie), Bohrstellen (Geologie)
- BWW Gewässernetz in unterschiedlichen Maßstäben
- BRP Bauzonen, Infoplan, RIS (Rauminformationssystem Schweiz)
- BAK ISOS (Inventar schützenswerter Ortsbilder der Schweiz)
- BZS Kulturgüterinventar
- BEW Strahlungskarte
- SMA Niederschlagskarte, meteorologische Meßstationen
- ASB STRADA (Straßendatenbank)
- BLW Landwirtschaftszonen (geplant)
- SBB, Eisenbahn- bzw. Kommunikationsinfrastrukturanlagen
PTT

Nicht zu vergessen ist, daß in den letzten Jahren viele Kantone eigentliche GIS-Zentren aufgebaut haben, welche von ihrem Kantonsgebiet oft ein noch wesentlich vielfältigeres und genaueres Datenangebot zur Verfügung stellen, als dies die Bundesverwaltung auf Schweizer Niveau kann. Diese Stellen sind sehr aktiv und erheben, in Zusammenarbeit mit anderen kantonalen Verwaltungs- und Fachstellen, laufend neue und interessante raumbezogene Datensätze. In weiteren Kantonen dürfte sich diese Entwicklung in den kommenden Jahren wiederholen, stehen doch verschiedene entsprechende Projekte in Vorbereitung.

2 GEOSTAT

2.1 Entstehung und Entwicklung

Mit der Übernahme der landesplanerischen Datenbank des Instituts für Orts-, Regional- und Landesplanung der ETHZ (ORL) hat das Bundesamt für Statistik 1976 den ersten Schritt zum Aufbau einer von den traditionell verwendeten administrativ-politischen Grenzen unabhängigen raumbezogenen Statistik unternommen. Seitdem wurden das Informationsangebot dieses rasterbasierten Systems kontinuierlich erweitert und die Daten einer ständig wachsenden Anzahl von interessierten Benutzern aus Forschung, Ausbildung und Verwaltung zugänglich gemacht. Die zunehmende Datenmenge, die erweiterten Anforderungen und die gesteigerte Nachfrage nach Daten und Auswertungsergebnissen sowie auch die technologische Entwicklung in der Informatik und der computergestützten Datenverarbeitung machten eine

Neukonzeption des Projekts auf der Grundlage einer modernen Informatikinfrastruktur unumgänglich.

Um die anstehende Datenauswertung der Arealstatistik 1979/85 durchführen zu können, wurde der Einsatz eines geographischen Informationssystems evaluiert, das den Informationsraster ablösen und die Basis-EDV-Infrastruktur der neuen Arealstatistik bilden sollte. 1987 fiel der Entscheid, ein solches System zu beschaffen und am Bundesamt für Statistik eine Fachstelle für dessen Betrieb und vor allem zur Beratung der Datenbenutzer einzurichten, die Servicestelle GEOSTAT.

Heute enthält das GIS von GEOSTAT nicht nur Punkt- und Rasterdaten mit einer räumlichen Auflösung von 1 ha, sondern auch verschiedene Vektordatensätze. Die Inbetriebnahme eines effizienten, modernen geographischen Informationssystems und die Ausbauten und die Weiterentwicklung der installierten Rechnersysteme in den vergangenen Jahren ermöglichen GEOSTAT, rasch und effizient Verschneidungen und kombinierte Auswertungen unterschiedlicher Datensätze zu erzeugen.

2.2 Zielsetzungen

Die wesentlichen Ziele und Aufgaben von GEOSTAT haben sich seit dem ursprünglichen Projektkonzept von 1987 kaum geändert:

- Zusammenführen und Verwalten von verschiedenen, in der Bundesverwaltung und anderen Institutionen vorhandenen raumbezogenen Daten von öffentlichem Interesse. Diese sollten flächendeckend für die ganze Schweiz verfügbar sein und eine räumliche Auflösung von mindestens 100 m besitzen bzw. auf dem Kartenmaßstab 1 : 25 000 oder größer beruhen.
- Integration von georeferenzierten Daten unterschiedlicher Datenherren, die zu einer entsprechenden Zusammenarbeit bereit sind, mit dem Ziel, diese für die Verwaltung, Forschung und eine breitere Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.
- Aufbereiten und Auswerten der Daten entsprechend den Bedürfnissen der jeweiligen Benutzer sowie Beratung und Unterstützung von Benutzern bei ihren eigenen Auswertungen und Projekten.
- Zusammenarbeit mit und Unterstützung von Wissenschaft und Forschung bei der Entwicklung und Erprobung neuer Auswertungsmethoden und Verarbeitungsalgorithmen.
- Beratung der Produzenten raumbezogener Daten und Koordination auf gesamtschweizerischer Ebene hinsichtlich Datenformaten, Erhebungs- und Auswertungstechniken.

2.3 Organisation und Arbeitsprinzip

Neben der Projektleitung besteht GEOSTAT einerseits aus einer Informatikgruppe, die für Unterhalt und Weiterentwicklung der EDV-Systeme sowie Programmierung, Datenhaltung, Konsistenzprüfungen und Plausibilisierungen zuständig ist. Der zweite Bereich ist die

eigentliche Servicestelle, die den Datenfluß von und zu GEOSTAT steuert (Abb. 2). Zu diesem Zweck werden Kontakte zu Datenherren und Datenbenützern gepflegt und ein institutioneller Informationsaustausch über vorhandene raumbezogene Daten und Informationssysteme angestrebt (Benützerhandbuch, gesamtschweizerische Kataloge oder Register über GIS-Daten und GIS-Systeme). Die Servicestelle ist administrativ und technisch für den Datenaustausch verantwortlich und erledigt telefonische und schriftliche Benutzeranfragen jeder Art. Ihre Hauptaufgabe ist die fachgerechte Erledigung von Benützeraufträgen, sie berät und unterstützt die Datenbenützer aber auch bei der Auswahl geeigneter Formen der Datenübergabe und möglicher Datenkombinationen. Der *Datenherr* ist die Person oder Institution, welche über geokodierte Daten ein Urheberrecht beanspruchen und demzufolge für die Benutzung der entsprechenden Daten Auflagen erlassen kann. Die Datensätze werden von den Fachstellen der Datenherren an GEOSTAT geliefert. Für die Genauigkeit, Aktualität und Beschreibung der Daten sowie für ihre Nachführung sind die Daten-

herren verantwortlich. GEOSTAT versucht bei der Erfassung und Zusammenführung raumbezogener Daten auf gesamtschweizerischer Ebene koordinierend Einfluß zu nehmen. Damit sollen sowohl bundesintern als auch -extern Doppelspurigkeiten bei der Erfassung und Verwaltung von Daten möglichst vermieden werden.

2.4 Datenangebot

Heute ist GEOSTAT den Kinderschuhen entwachsen und besitzt eine operationelle und von zahlreichen Kunden geschätzte Datenbank, welche die wesentlichsten, häufig nachgefragten GIS-Basisdaten umfaßt. Diese können zu vielfältigen Zwecken genutzt werden und stellen für die meisten Benutzer einen hinreichend detaillierten Ausgangspunkt dar, auf dem sie ihre eigenen, fachlich und thematisch spezifischen Datenebenen aufbauen können. Des weiteren eignen sich GEOSTAT-Daten für interessante und anspruchsvolle Auswertungen und Untersuchungen in der Bundes-, kantonalen und kommunalen Verwaltung, in Ausbildungs- und Forschungsinstitu-

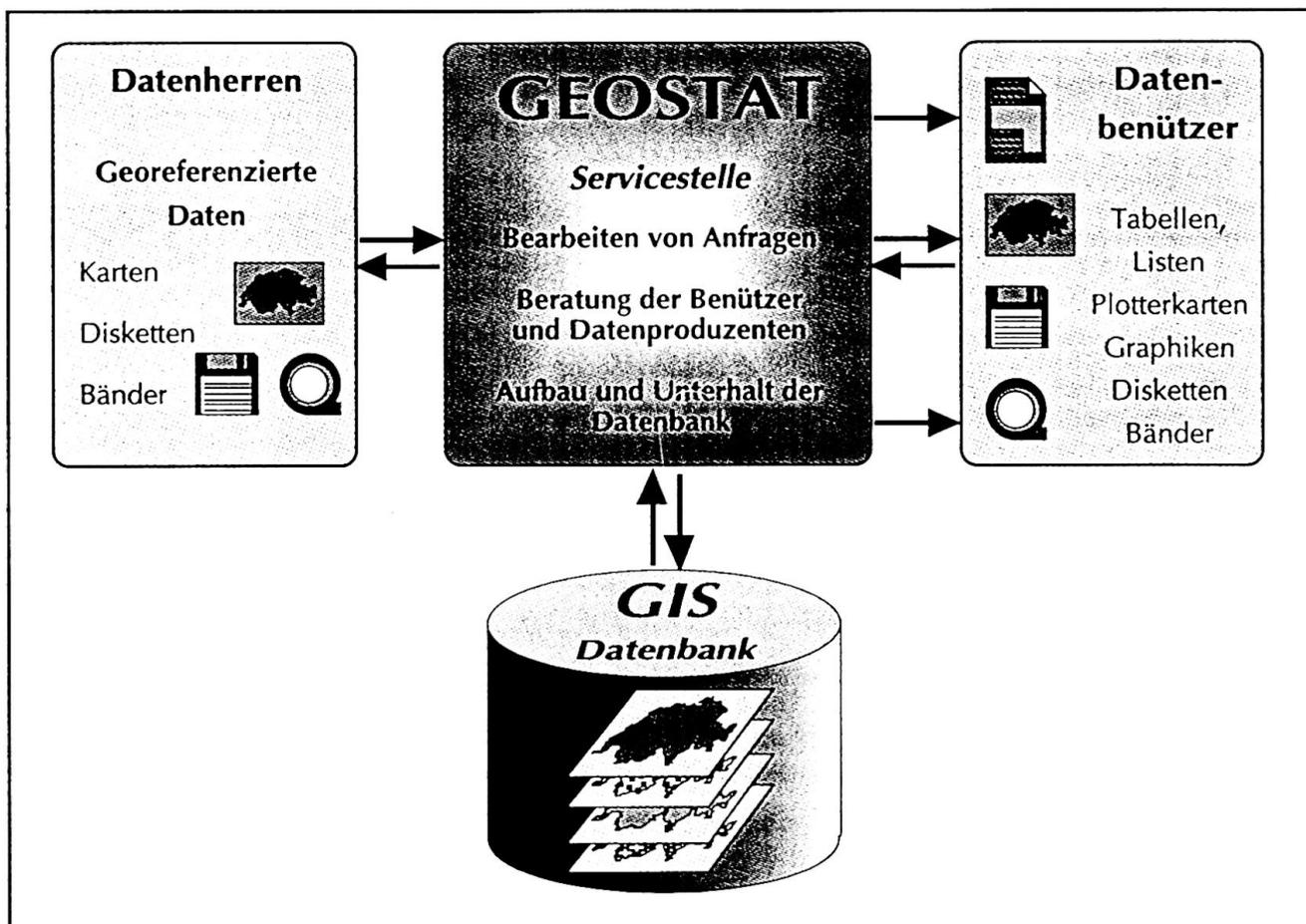


Abb. 2 Aufgaben und Arbeitsweise von GEOSTAT.

Tabelle 2 Das Datenangebot von Geosat

Themenbereich, Datenkategorie	Datensatz	Datenstruktur	Auflösung / Generalisierung
Administrative Grenzen, amtliche Vermessung	Administrativ-politische Grenzen der Schweiz (Gemeinden, Bezirke, Kantone)	Polygone	1 : 25 000
	Generalisierte administrative Grenzen	Polygone	≈ 1 : 300 000 ≈ 1 : 500 000 ≈ 1 : 1 000 000
	Quartiergrenzen von 14 größeren Schweizer Städten	Polygone	1 : 25 000
Topographie	DHM, Höhe, Neigung, Exposition; absolut und klassiert	Punkte oder Raster	Hektare
Geologie, Böden	Vereinfachte geotechnische Karte der Schweiz	Polygone	1 : 200 000
	Bodeneignungskarte der Schweiz	Polygone	1 : 200 000
Hydrologie, Wasser	Schweizer Seen (> 20 ha)	Polygone	1 : 25 000
	Schweizer Flüsse, Gewässernetz	Linien	1 : 200 000
	Kleine Gewässereinzugsgebiete und Bilanzierungsgebiete (in Vorbereitung)	Polygone	1 : 200 000
Bodenbedeckung, Bodennutzung	Arealstatistik 1972	Polygone oder Raster	Hektare
	Arealstatistik 1979/85, 15 oder 24 aggregierte Nutzungsarten	Punkte oder Raster	Hektare
	Von der Arealstatistik 1979/85 abgeleitete Hintergrunddaten, 3 Generalisierungsstufen, 17 aggregierte Nutzungsarten	Raster	Hektare
Bevölkerung, Gebäude	Volkszählung 1970 (3 Variablen, klassierte Resultate, 750 Gemeinden, etwa 60% der Bevölkerung der Schweiz)	Punkte oder Raster	Hektare
	Volkszählung 1980 (54 Variablen, 620 Gem., etwa 50% der Bevölkerung der Schweiz)	Punkte oder Raster	Hektare
	Volkszählung 1990 (etwa 400 Variablen, gesamte Schweiz)	Punkte oder Raster	Hektare
Verkehr (in Vorbereitung)	Autobahnen und Hauptstraßen	Linien	1 : 50 000
	Eisenbahnen	Linien	1 : 50 000
Planung	Bauzonen (Industrie/Gewerbe und übrige Bauzonen; etwa 1980)	Raster	Hektare
Schutzzonen, Inventare	Bundesinventar der Landschaften und Natur- denkmäler von nationaler Bedeutung (BLN)	Polygone	1 : 25 000
	Bundesinventar der Wasser- und Zugvogel- reservate von internationaler und nationaler Bedeutung	Polygone	1 : 25 000
	Bundesinventar der eidg. Jagdbanngebiete	Polygone	1 : 25 000
	Bundesinventar der Hoch- und Übergangs- moore bzw. der Flachmoore von nationaler Bedeutung	Polygone	1 : 25 000
	Bundesinventar der Moorlandschaften von nationaler Bedeutung (in Vorbereitung)	Polygone	1 : 25 000
	Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung	Polygone	1 : 25 000

tionen sowie in der Privatwirtschaft, speziell für Fragen und Probleme der Planung, Umwelt, Land- und Forstwirtschaft, Sozialforschung usw.

Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über das aktuelle Datenangebot von GEOSTAT. Alle verfügbaren Datensätze sind detailliert im periodisch nachgeführten Benutzerhandbuch von GEOSTAT beschrieben. Dieses ist in deutscher und französischer Sprache erhältlich, während eine kostenlose Farbbroschüre allen Interessenten und in vier Sprachen (deutsch, französisch, italienisch und englisch) einführende und anwendungsbezogene Informationen anbietet.

3 Geokodierung und Hektardaten

3.1 Volkszählung 1990

Die alle zehn Jahre durchgeführte schweizerische Volkszählung liefert grundlegende und vollständige Informationen über die Bevölkerung, die Haushalte, Wohnungen und Wohngebäude unseres Landes. Durch die sogenannte Geokodierung werden allen von dieser Zählung erfaßten Gebäuden geographische Koordinaten zugeordnet. Diese können in der Datenbank der Volkszählungsergebnisse jedem Gebäude-Record zugeordnet werden, welcher seinerseits wieder mit den Wohnungen, Haushalten und schließlich Bewohnern jedes einzelnen Gebäudes verbunden ist. Eine gesamtschweizerisch eindeutige Gebäudenummer bildet den Schlüssel für all diese relationalen Verknüpfungen.

1990 bildete die Geokodierung erstmals einen obligatorischen und deswegen flächendeckend realisierten Bestandteil der Volkszählung, nachdem die Beteiligung der Gemeinden und Kantone 1970 und 1980 freigestellt worden war. Aus diesem Grund verfügt GEOSTAT erst für 1990 über einen gesamtschweizerischen Datensatz von Einwohnerzahlen, Altersgruppen und vielen weiteren Standardinformationen in Hektarauflösung, während die früheren Geokodierungen lediglich die Hälfte bis zwei Drittel der Schweizer Bevölkerung umfaßten. Eine Vielzahl von Methoden und Unterlagen wurde für die Bestimmung der Gebäudekoordinaten verwendet, welche vorwiegend von den vorhandenen Unterlagen, Interessen und Bereitschaft zur Unterstützung seitens der einzelnen Kantone und Gemeinden abhingen. Nachdem jedes relevante Gebäude auf der Grundlage von Grundbuch-, Übersichts- oder sonstigen Gemeindeplänen sowie vereinzelt Landeskarten markiert und nummeriert worden war, konnten die schließlich gewünschten Zentroidpunkte (die in jedem Fall innerhalb der Gebäudegrundfläche zu liegen hatten) bzw. deren Koordinaten digitalisiert oder, in einigen Fällen, vorhandenen Gebäuderegistern entnommen werden. Für die Datenauswertung wurde schließlich jedes Gebäude einer mit den Koordinaten seiner linken unteren Ecke bezeichneten Hektarrasterzelle zugeordnet und wurden die gewünschten Resultate der Personen- und Haushaltserhebung wie

auch der Gebäude- und Wohnungserhebung der Volkszählung jeder Hektare aggregiert.

Bis zu zehn Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiteten von 1989 bis 1993 in der Sektion Raumnutzung für die Geokodierung dieser Volkszählung. Rund 400 Standardmerkmale konnten als Resultat davon ins geographische Informationssystem von GEOSTAT übernommen werden. Diese können nun entsprechend beliebig definierten räumlichen Perimetern ausgewertet und mit den verschiedensten anderen verfügbaren Datensätzen (wie beispielsweise Bodennutzung, Bauzonen) verschnitten und kombiniert werden.

3.2 Betriebszählung 1995/96

Um die während der Geokodierung der Volkszählung 1990 beobachtete zunehmende Nachfrage nach digitalisierten Daten im allgemeinen und georeferenzierten Resultaten statistischer Erhebungen im speziellen zu befriedigen, erhielt das Geokodierungsteam im BFS praktisch permanenten Charakter. Als nächste größere Aufgabe wurde die Geokodierung der Arbeitsstätten im Rahmen der Betriebszählung 1995/96 beschlossen.

Eine ebenfalls obligatorische und flächendeckende Geokodierung der Betriebe der Landwirtschaft wie auch der übrigen Wirtschaftssektoren wird die aktuelle Datenbasis mit Hektarauflösung erstmals mit vielfältigen Wirtschaftsdaten bereichern. Auf der Basis früherer, auf freiwilliger Basis durchgeführter Pilotprojekte zeigt Abb. 3 ein Beispiel von dadurch möglichen Auswertungen. Zurzeit laufen die operationellen Arbeiten, die bestehende Gebäudekoordinaten-Datenbank mit Hilfe der Kantone und Gemeinden um alle relevanten Arbeitsstätten ohne Wohnfunktion sowie die Neubauten nach 1990 zu ergänzen. Es wird beabsichtigt, in der zweiten Hälfte 1997 wiederum eine Reihe von Standardergebnissen der Betriebszählung auf Hektarstufe in GEOSTAT verfügbar zu machen.

3.3 Traditionelle (thematische) Kartographie und Hektardaten

GEOSTAT ist hervorragend dazu geeignet, statistische Daten in einer kartographischen Form auszugeben und darzustellen. Die klassische thematische Kartographie ermöglicht einen augenblicklichen räumlich orientierten Überblick über solche Daten und fördert dadurch den Vergleich räumlicher Verteilungen und Entwicklungen und die Überprüfung entsprechender Hypothesen. Bis vor kurzem wurden statistische Daten (absolute Zähl- oder Erhebungswerte, Prozentanteile, Veränderungen, Mittel- und Dichtewerte usw.) für spezifische räumlich-territoriale Einheiten aggregiert (Land, Kanton, Bezirk, Gemeinde usw.). Diese Einheiten sind fast immer durch politisch-administrative Grenzen definiert und besitzen oft stark unterschiedliche Flächen oder Größen, Einwohner- und Wirtschaftskennziffern. Sie nehmen zudem keinerlei Rücksicht auf funktionale oder auch naturgeographische Einheiten und Zusammenhänge. Nach wie

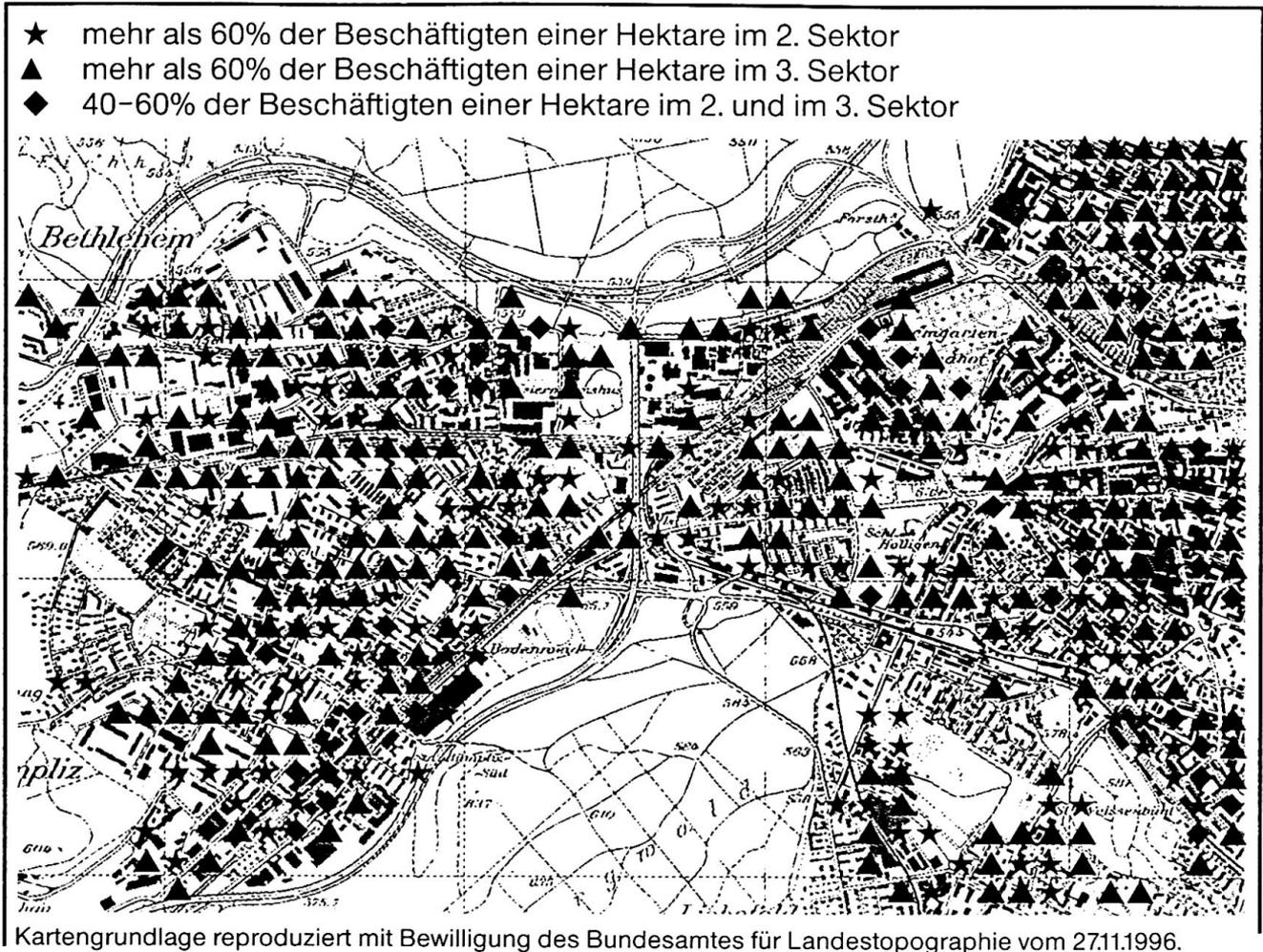


Abb. 3 Beschäftigte nach Wirtschaftssektoren (Bern West).

vor stellt die Erkennung und Wiedergabe subtiler Strukturen und kleinräumiger Entwicklungen und ihrer Kausalzusammenhänge mit dem physisch-natürlichen (Habitat, Geologie, Topographie, Bodennutzung, Flora und Fauna usw.) oder auch sozioökonomischen Umfeld große Probleme.

Zwei Lösungsansätze, die heute mit geographischen Informationssystemen ohne Schwierigkeiten in der Praxis umgesetzt werden können, erlauben es, diese Schranken der traditionellen Kartographie zu überschreiten:

- Präsentation von Erhebungsergebnissen entsprechend den grundlegenden statistischen Einheiten (Gebäudeblock, Zählkreis, Siedlung, Quartier usw.);
- Präsentation von Erhebungsergebnissen bezogen auf eine unabhängig definierte Rasterzelle (Hektare, Quadratkilometer usw.).

Eine kartographisch sinnvolle, aussagekräftige Darstellung zeigt dann solche Einheiten oder Rasterzellen in

Abhängigkeit der Werte gewisser statistischer Variablen (z. B. Farbgebung abhängig von der Einwohnerzahl pro Hektare). Der Bezugsrahmen für alle geokodierten Erhebungsergebnisse der Schweizer Bundesstatistik bildet die *Hektare*. Sie besitzt den großen Vorteil einer vollständig von außen und damit auch von Zeiteinflüssen unabhängigen Definition, einer durch diese Definition und die identische Fläche bedingten hervorragenden Vergleichbarkeit wie auch ihrer leichten und objektiven Kombinierbarkeit mit anderen georeferenzierten Datensätzen, seien diese nun raster- oder vektorbasiert (Relief oder Topographie, Verkehrsnetz, Infrastrukturanlagen wie Schulen, Haltestellen, Geschäfte usw.). Zudem sind Hektaren genügend kleinräumige Einheiten, um für die meisten Anwendungen beliebige Raumeinheiten flexibel aggregieren zu können (z. B. Einwohner pro Flußeinzugsgebiet), ohne daß die durch die Rasterauflösung entstehenden Rundungsfehler zu sehr stören.

4 Anwendungsbeispiele

Die Vielfalt der in GEOSTAT verfügbaren geographischen und Umweltdaten birgt ein interessantes Potential für die Untersuchung von akuten oder potentiellen Konflikten zwischen Bevölkerung, Siedlungen und anderen Infrastrukturanlagen einerseits und der Umwelt oder Natur andererseits. Die nachfolgenden Beispiele sollen diese Analysemöglichkeiten etwas illustrieren.

Das *Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN)* beschreibt rund 120 Objekte, die einen gewissen Rechtsschutz vor Veränderungen und baulichen Eingriffen genießen. Insbesondere sollen sie ihre gegenwärtige Charakteristik beibehalten, und die Nutzungsmöglichkeiten sind eingeschränkt, da sie aus Schweizer oder gar europäischer Sicht als einzigartig in bezug auf ihre Schönheit, Landschaftstyp oder wissenschaftliche, ökologische oder kulturelle Bedeutung gelten. Allerdings zeigt ein Vergleich mit dem bereits in Betrieb stehenden Autobahnnetz zahlreiche potentielle Konfliktgebiete auf (Abb. 4). Insgesamt werden diese BLN-Gebiete von mehr als 60 Autobahnkilometern durchschnitten, was sicherlich oft ihren sichtbaren Eindruck und ihre räumliche Integrität beeinträchtigt und wodurch wesentliche Teile davon erhöhter Luftverschmutzung und Lärmimmissionen ausgesetzt sind.

Weitere Einflüsse unserer modernen Zivilisation auf diese Gebiete könnten durch eine Überlagerung und Verschneidung mit den Eisenbahnlinien oder unterschiedlich dicht besiedelten Flächen untersucht werden.

Eine ähnliche Untersuchung, diesmal auf regionaler Ebene, zeigt potentielle Konfliktzonen zwischen Naturschutz und Tourismus oder Freizeiterholung auf. Die *Hochmoore* der Schweiz sind bekanntlich seit einigen Jahren in ihrer Gesamtheit geschützt; sie sind zum Zweck der Überwachung und Kontrolle des gesetzlich festgelegten Schutzes auch vollständig im Maßstab 1:25 000 kartiert und digitalisiert worden. Im Kanton Obwalden besteht zusätzlich auch ein flächendeckender digitaler Datensatz aller deklarierten und signalisierten Wanderwege. Die Kombination dieser beiden Datensätze zeigt erneut, daß etliche Wanderwege solche Moorgebiete berühren oder sogar durchkreuzen (Abb. 5). Vom touristischen Standpunkt aus gesehen kann dies zwar durchaus erfreulich sein, da dadurch die Attraktivität von Wanderexkursionen sicher gesteigert wird. Andererseits können negative Auswirkungen durch zahlreiche und nicht immer disziplinierte Wanderer auf das heikle natürliche Gleichgewicht und die empfindliche Pflanzen- und Tierwelt dieser Feuchtgebiete nicht ausgeschlossen werden, was Erfahrungen in verschiedenen Gebieten auch bestätigt haben.

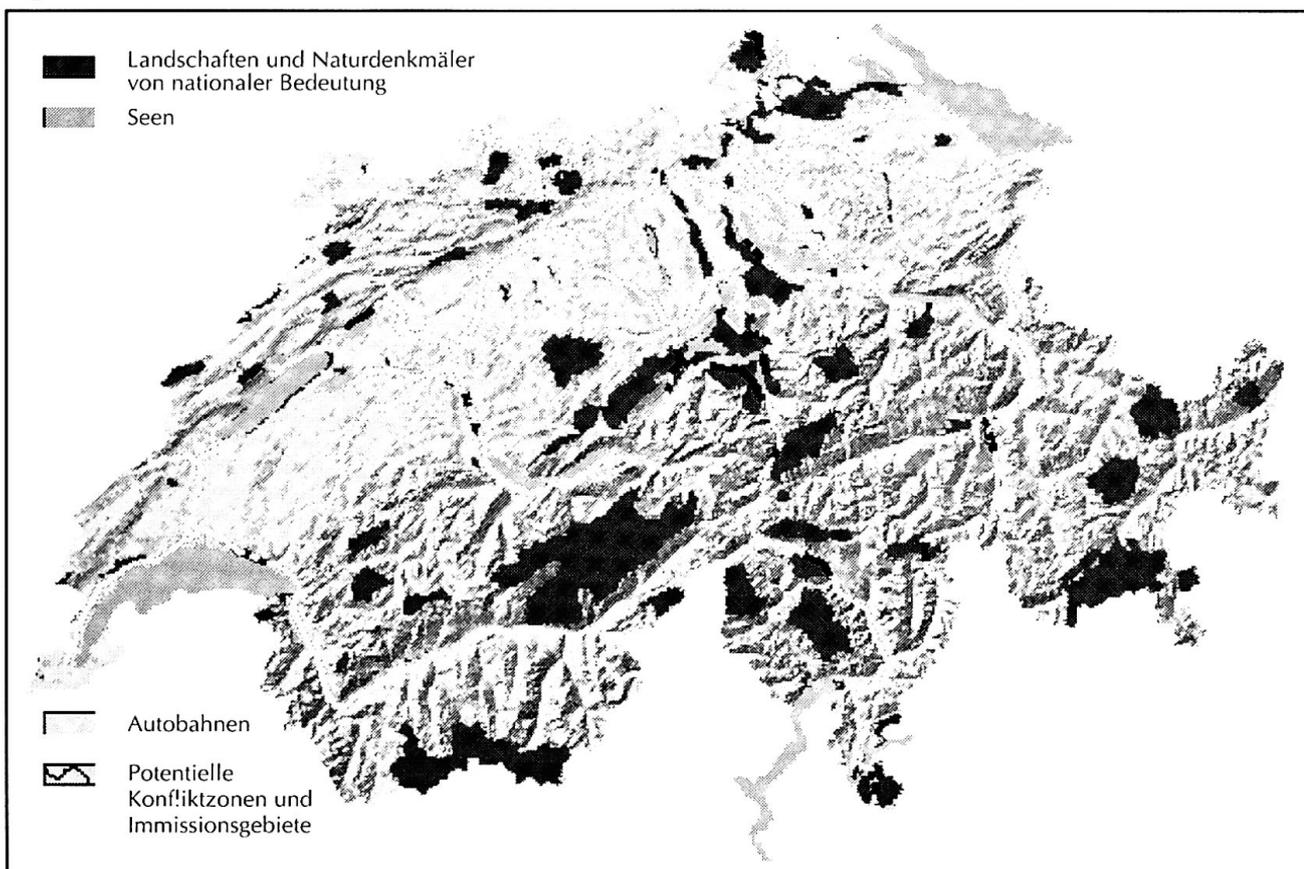


Abb. 4 Potentielle Konflikte zwischen Autobahnen und BLN-Schutzgebieten.

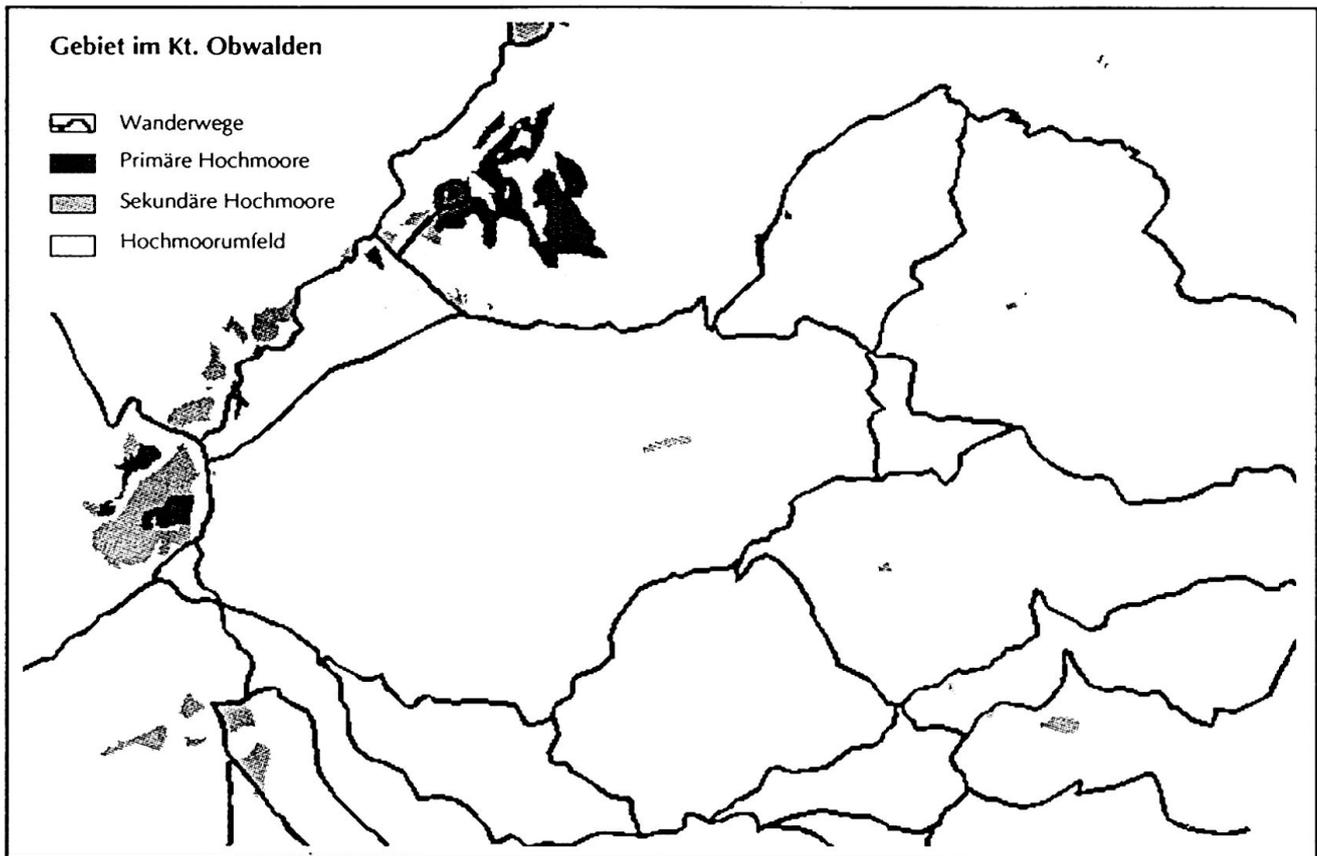


Abb. 5 Konfliktzonen zwischen Tourismus (Wanderwegen) und Hochmooren.

5 Schlußfolgerungen und Ausblick

Geographische Informationssysteme sind ausgezeichnete Werkzeuge, um *Planungsaufgaben* zu lösen und, um ein heute viel verwendetes Schlagwort zu benutzen, eine nachhaltige Entwicklung einzuleiten, zu fördern und zu erhalten. Mit ihrer Hilfe können die *komplexen Zusammenhänge* zwischen Bevölkerung, räumlicher Mobilität, Wirtschaft und Produktion sowie der natürlichen Umwelt in ganzheitlicher, übersichtlicher und systematischer Art modelliert und analysiert werden.

Geographische Informationssysteme eignen sich aber nicht nur hervorragend für die Verwaltung, Auswertung und Darstellung oder Visualisierung von raumbezogenen, statistischen Daten, sondern sie können auch zur *Unterstützung statistischer Erhebungen* eingesetzt werden. Verschiedenenorts tragen GIS-Anwendungen zu einer effizienten und transparenten Organisation von Zählungen bei, indem mit ihrer Hilfe etwa Zählkreise definiert oder stratifizierte räumliche Stichproben gezogen werden.

Von speziellem Interesse scheint uns aber auch das Potential geographischer Informationssysteme zur Überprüfung und Verbesserung der Qualität, Konsistenz und

Zuverlässigkeit statistischer Resultate. Die modernen Systeme bieten die einzigartige, früher kaum denkbare Chance, unabhängig erhobene, aber in einem gewissen logischen Zusammenhang stehende Datensätze rasch und systematisch in bezug auf deren räumliche Verteilungsmuster zu untersuchen und zu vergleichen. Das eröffnet ein breites Anwendungsfeld für *Plausibilitäts- und Konsistenzüberprüfungen*, welche verhältnismäßig rasch und kostengünstig durchgeführt werden können und dadurch auch die bereits bestehenden Datengrundlagen optimal nutzen.

Die Nutzung der *Satellitenfernerkundung*, integriert in das bestehende GIS- und Datenumfeld, stellt eine besondere Herausforderung für das BFS dar. Nachdem das Geographische Institut der Universität Zürich bereits seit einigen Jahren in unserem Auftrag die notwendigen methodischen Grundlagen und Vorschläge für die konkrete Umsetzung erarbeitet hat, wurde vor einigen Monaten der erste, noch bescheidene Einstieg in eine operationelle Praxiserprobung der digitalen Satellitenbildinterpretation beschlossen. Mit einem Projekt, das sich zum Ziel setzt, die Resultate der Arealstatistik mittels Satellitendaten durch eine differenziertere Unterscheidung im Waldbereich, nach Laub-, Misch- und Nadelwald, zu

ergänzen, stellen wir uns dieser Herausforderung. Bis in rund zwei Jahren erhoffen wir uns konkretere und gut abgestützte Erkenntnisse über das konkrete Anwendungspotential auf diesem Gebiet sowie die sicher zu erwartenden speziellen Schwierigkeiten bei einer großflächigen, landesweiten Anwendung in einem produktiven, nicht forschungsorientierten Umfeld.

Die graphische und kartographische *Präsentation* von GIS-Daten, deren *Visualisierung* und Integration in Multimediaanwendungen ist faszinierend und vielversprechend, erfordert aber erhebliche Investitionen in Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte, in konzeptionelle und informatikspezifische Entwicklungen sowie in den ständigen Ausbau der verfügbaren Informatikinfrastruktur. Dazu kommt, daß beide Technologien, GIS und Fernerkundung, obgleich schon seit Jahren im Einsatz, immer noch in einer Pionierphase stecken. Profite, Erträge in einem streng ökonomischen Sinn können bestenfalls langfristig erwartet werden und sind noch keineswegs gesichert. Im Umfeld des aktuellen Sparzwangs in der öffentlichen Verwaltung wie auch der Privatwirtschaft stehen wir alle vor der Situation, daß wir uns weder den Verzicht auf solche neuen Technologien noch deren Adaption und vollumfängliche Umsetzung wirklich leisten können. Die kommenden Jahre werden zeigen, welchen Ausweg das BFS, die übrigen Bundesstellen und die anderen Akteure in der Schweiz aus diesem Dilemma finden werden.

Literatur

Bundesamt für Statistik (1992/1994): GEOSTAT – Benutzerhandbuch / Manuel d'utilisateur, Bern.

Bundesamt für Statistik (1994): GEOSTAT – Die Servicestelle des Bundes für raumbezogene Daten. Bern.

Bundesamt für Statistik (1996): Walddifferenzierung der Arealstatistik mit digitalen Satellitenbildern – Kurzdarstellung, Bern.

HUMBEL, R., KAMMERMANN, M. (1996), Swiss Federal Statistical Office: Geographical information systems – a tool for regional statistical data analysis and presentation. Paper prepared for the Eurostat Seminar on Regional Statistics, Vienna, Austria.

HUMBEL, R. (1996), Swiss Federal Statistical Office: GIS applications in official statistics. National report by the SFSO. Paper prepared for the UN-ECE/CES Work Session on GIS, Washington D.C., USA.

HUMBEL, R. (1996), Swiss Federal Statistical Office: Quality and consistency control in statistics through GIS analysis of spatial data. Paper prepared for the UN-ECE/CES Work Session on GIS, Washington D.C., USA.

Schweizerische Informatikkonferenz, Arbeitsgruppe Geographische Informationssysteme (1992): SIK-GIS Empfehlungen, Bern.