

---

ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN EINES THEMAKARTOGRAPHISCHEN  
INFORMATIONSSYSTEMS FÜR UMWELTFRAGEN

H. BEISSMANN, Akademie der Wissenschaften, Wien

---

1. DIE ARBEIT MIT RAUMBEZOGENEN INFORMATIONSSYSTEMEN AM INSTITUT FÜR  
KARTOGRAPHIE DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Der Ursprung der Arbeiten des Instituts für Kartographie auf diesem Gebiet liegt in einem 1980 begonnenen Forschungsprojekt des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung im Rahmen der Fernerkundung und Satellitenbildkartographie. Es stellte sich bald heraus, daß für eine gewissenhafte Interpretation von Fernerkundungsquellenmaterialien ein großer Bedarf an unterstützenden "Kollateral"informationen meist geowissenschaftlicher Art vorhanden ist. Eine Arbeitsphase war daher durch das Bemühen gekennzeichnet, in Zusammenarbeit mit dem Institut für digitale Bildverarbeitung, Graz, einen im Gauß-Krüger-System geometrisch registrierten Rasterdatensatz zu erstellen, der vorrangig aus Fernerkundungsinformationen, einem digitalen Geländemodell und digitalisierten geowissenschaftlichen Karten bestand. Die Auswertungen erfolgten unter teilweise sehr schwierigen Rahmenbedingungen sowohl auf der damaligen digitalen Bildverarbeitungsanlage des Instituts für Kartographie (I<sup>2</sup>S, Model 70 und HP 1000), die für derartige Aufgabenstellungen kaum geeignet war, als auch auf dem "Großrechner" des Rechenzentrums an der Universität Wien (CDC Cyber 720).

Mittlerweile gibt es eine immer größer werdende Anzahl von Informationssystemen, die mit stark steigendem öffentlichen Interesse raumbezogene Daten verwalten. Diese Arbeitstechnik darf wohl auch im deutschen Sprachraum nicht erst seit dem Vorliegen der umfassenden Monographie von GÖPFERT (1987) als operationell bezeichnet werden. Am Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften ist ebenfalls ein neues und leistungsfähiges raumbezogenes Informationssystem - teilweise wieder im Rahmen eines Projektes des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung - in Betrieb genommen worden (Hardware:  $\mu$ VAX II unter VMS, PC-AT03, Tektronix 4211, digitales Tablett. RGB-Scanner mit 300 dpi Auflösung wird in Kürze installiert; Software: Erdas, Uniras, Oracle. Arc-Info wird in Kürze installiert.)

Die Ziele des Instituts im Bereich der raumbezogenen Informationssysteme liegen jedoch vorerst weder in der Bereitstellung spezieller raumbezogener Informationen noch in der methodischen Verbesserung von Abfrage-, Verknüpfungs- oder Interpolationsverfahren. Die Arbeiten konzentrieren sich einerseits auf die Einbindung raumbezogener Informationssysteme in den Prozeß der EDV-unterstützten Kartenoriginalherstellung und andererseits auf die strukturelle Verflechtung mit anderen Methoden. Dabei werden die verfahrenstechnischen Möglichkeiten eines raumbezogenen Informationssystems (RIS) in Abhängigkeit zu externen Intentionen, Theorien, Hypothesen und Arbeitsabläufen einer geoökologischen Raumgliederung gebracht, um Beziehungen zwischen raumzeitlich koinzidierenden bzw. kovariierenden Phänomenen zu untersuchen.

Da die methodischen Schwierigkeiten einer Regionaltaxonomie auf der Basis von Relationen nach wie vor erheblich sind (FISCHER, 1982), wird am Institut für Kartographie gegenwärtig der Schwerpunkt auf die Auswertung formaler Strukturinformation gelegt. Es fällt auf, daß die Kombination von Strukturmodellen mit einem bestimmten Raumbezug den jüngsten Definitionsversuchen des Begriffes "Karte" (STEURER, 1989) entspricht und somit auch auf die bekannten spezifischen Vorteile und Probleme hinweist. Die Abbildung raumbezogener Sachverhalte nach bestimmten Regeln ermöglicht einen guten Einblick in den räumlichen Verband von Phänomenen, die textlich nur sehr umständlich zu formulieren wären. Dem steht das Problem der Abbildung von Prozessen gegenüber, welches nur manchmal in Form von statischen Momentaufnahmen entlang eines Zeitpunktgerippes gelöst werden kann. Es scheint daher dem Autor durchaus gerechtfertigt zu sein, raumbezogene Informationssysteme, die auf einem inhaltlichen Strukturmodell aufbauen, als Kartographische bzw. Themakartographische Informationssysteme (THEKIS) zu bezeichnen.

## 2. SPEZIELLE ASPEKTE EINES UMWELTBEZOGENEN THEKIS

Das Datenmodell eines THEKIS soll nun eine geometrisch verortete und maßstabsabhängige Schematisierung eines Ausschnittes der Wirklichkeit beschreiben (Abbildung 1) und wird durch unterschiedliche Methoden der Beobachtung (im weitesten Sinne) gewonnen. Besteht dieses Datenmodell aus Informationen über technisch oder logistisch determinierte Objekte,

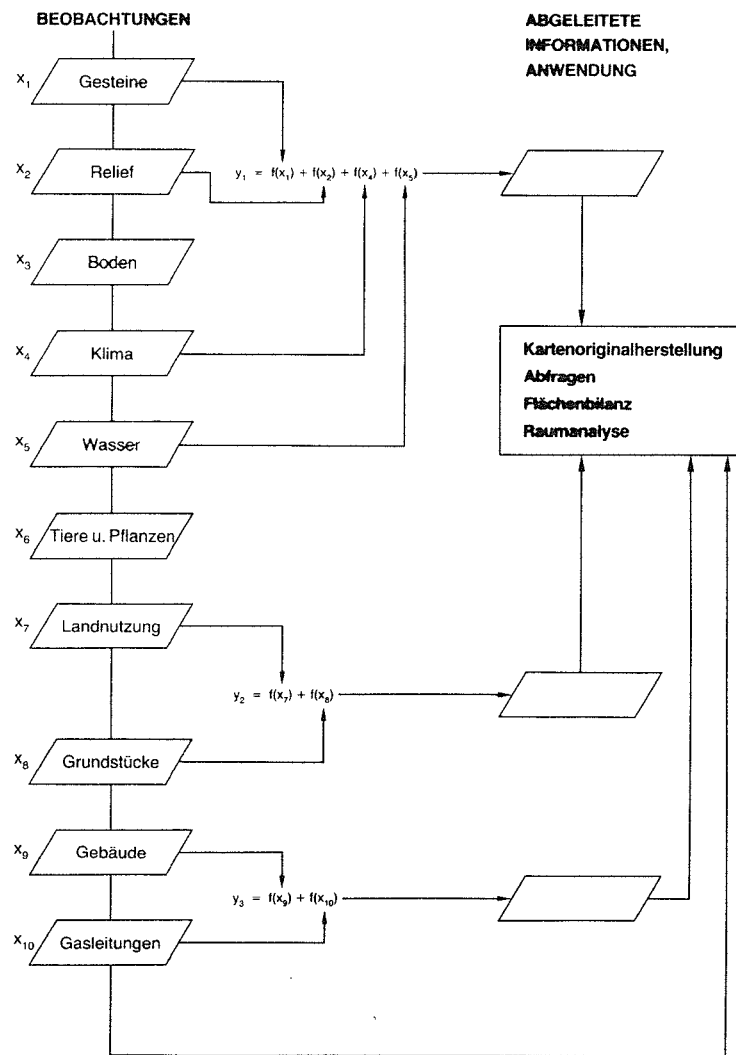


Abbildung 1: Beobachtungen als geometrisch verortete Abstraktion eines Wirklichkeitsausschnittes.

die im günstigsten Fall von Menschen geschaffen sind, so kommt es kaum zu schwerwiegenden Problemen zwischen theoretischen Vorstellungen und empirischer Informationsgewinnung. Ganz anders sieht diese Relation jedoch bei natürlichen oder naturnahen Objekten aus, wo es immer eine zum Teil sehr lebhaft diskutierte Diskussion darüber geben kann, für welchen Aspekt und im Rahmen welcher Theorie eine Information als Indikator für eine bestimmte Objekteigenschaft gelten darf.

Beobachtungen stellen in diesem Sinne eher keine Repräsentation der "realen Welt" dar, sondern sind je nach erkenntnistheoretischem Standpunkt theoriegeladene Konzepte, Modelle, Konstrukte (DROTH und FISCHER, 1983)

oder sogar Manifestationen einer durch sie erschaffenen eigenen Welt (MATURANA und VARELA, 1987).

Als zusätzliches Problem im Bereich für geökologische Anwendungen ist das Fehlen einer einheitlichen Theorie zur Einordnung und Gewichtung der vielfältigen Interaktionszusammenhänge in den unterschiedlichen Beobachtungsmaßstäben und meist auch der erforderlichen Prozeßmessungen in adäquaten zeitlichen und räumlichen Intervallen. Letzteres führte zur steigenden Bedeutung der Versuche zur Bildung von Raumtypen oder Regionen auf der Basis geökologisch bedeutsamer Phänomengruppen (siehe Abbildung 2), die üblicherweise als Geofaktoren bezeichnet werden. Der Ansatz erfordert die Untersuchung funktionaler Beziehungen an und zwischen Standorten sowie die Kartierung von Geofaktoren. Darauf aufbauend sollte die Konstruktion von Raumtypen mit ähnlicher Funktion möglich sein. Dazu unterstellt man, daß gleiche formale Strukturen durch gleiche funktionale Wirkungsgefüge bedingt werden und umgekehrt (LESER, 1978 und MOSIMANN, 1984). Ein nach solchen Regeln konstruierter Raumtyp wird Ökotope genannt und stellt in formaler und funktionaler sowie in inhaltlicher und räumlicher Hinsicht ein deckungsgleiches Gebilde mit einem definierbaren Variationsspielraum dar.

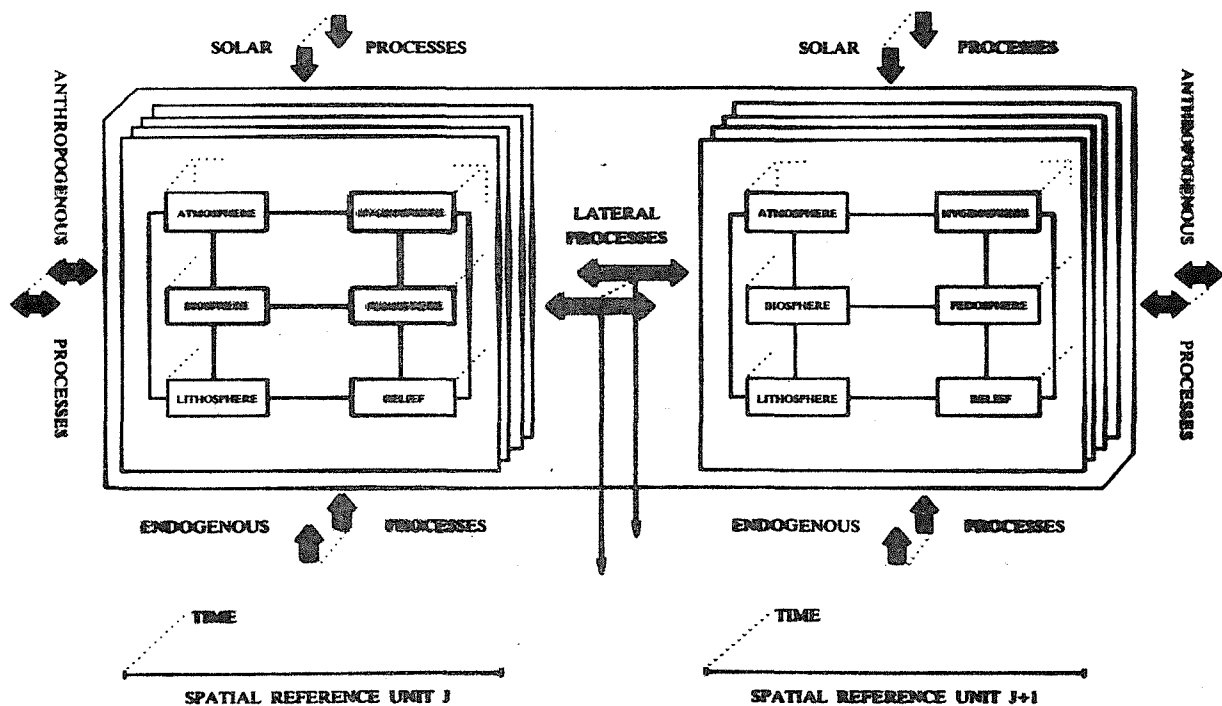


Abbildung 2: Schema eines "offenen naturnahen Geosystems" mit Geofaktoren als black boxes.

Wenn hier der Begriff "Geofaktor" als black box verwendet wird, sollte bewußt sein, daß dieser eine theoretisch unendliche Anzahl von Objektklassen umfaßt. Indikatoren müssen aufgrund eines Relevanzkriteriums ausgewählt werden, das wiederum ausschließlich im Zusammenhang mit einer bestimmten Theorie und Intention abgeleitet werden kann. Da aber ein Theoriedefizit besteht, ist nach wie vor ein partiell heuristisches Vorgehen notwendig, welches wertvolle Hinweise auf Zusammenhänge und deren Relevanz für die Theoriebildung geben kann. "Eine ... Typisierung kann daher als eine heuristische Vorgehensweise zur Spezifikation von Variablen und zur Formulierung von Hypothesen für eine zukünftige Theorie verstanden werden (DROTH und FISCHER, 1983. S. 87).

Aus den oben angeführten Gründen dürfte klar ersichtlich sein, daß raumbezogene Informationssysteme keine Patentlösungen für die denkbaren oder auch nur alle brennenden Umweltprobleme darstellen. Der Vergleich einzelner thematischer Schichten (= Geofaktoren) des THEKIS vor dem Hintergrund der Theorie über die Ökotoptopkonstruktion sollte aber eine Prüfung auf relative Widerspruchsfreiheit der verwendeten empirischen Befunde ermöglichen. Darauf aufbauend kann versucht werden, aus den flächenhaft vorliegenden Strukturinformationen - mit Einschränkungen - auf die sie verursachenden Prozesse zu schließen und qualitativ zu beschreiben.

### 3. ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN EINES UMWELTBEOZEGENEN THEKIS

Am Institut für Kartographie liegen derzeit Datenbasen von zwei Testgebieten (Hohe Tauern, Wiener Becken) zur Auswertung vor. Beide bestehen aus einem Fernerkundungsdatensatz, einem digitalen Geländemodell, einem Kartendatensatz und räumlich gebundenen Meßwertreihen von Prozeßuntersuchungen (zur näheren Beschreibung der Datenbasis des THEKIS siehe BEISSMANN, 1987).

Die Auswertemethodik beginnt zunächst mit der Analyse der räumlichen Nachbarschaft durch die Feststellung gemeinsamer Grenzen der Kartierungseinheiten einer Karte. Gemeinsame Grenzen bedeuten in geometrischer Hinsicht, daß bei Ungenauigkeiten in der Aufnahme mit Fehlzuordnungen in den Grenzbereichen gerechnet werden muß. Unter dem inhaltlichen Aspekt könnten

sie aber auch bedeuten, daß Einheiten prozeßbedingt eher stetig ineinander übergehen als sich scharf voneinander abgrenzen (außer an Gerippelinien des Reliefs).

Die Analyse der inhaltlichen Nachbarschaft von Kartierungseinheiten einer Karte bezieht sich auf die Erläuterungstexte. Das Ähnlichkeitskriterium ist dabei die Abschätzung der qualitativen Entwicklungs-, Überlagerungs- und Überprägungstendenzen von Einheiten.

Der nächste Schritt ist die Verschneidung der Einheiten zweier oder mehrerer Karten und die Auszählung der entsprechenden Kreuztabellen. Wegen des immensen Stichprobenumfangs wird der Chi-Quadrat-Test nahezu immer höchst signifikant und läßt keine weitergehenden Aussagen zu. Ertragreicher ist der Vergleich der auftretenden mit den aufgrund geökologischer Theorien erwartbaren Häufigkeiten. Es zeigt sich dabei, daß ein signifikanter Zusammenhang auch durch Konzentrationserscheinungen entstehen kann, die dem Theoriebestand über funktionale Zusammenhänge oder sogar bestehenden Nomenklaturübereinkünften widersprechen (z.B. Ranker auf Dolomit oder Marmor). Als mögliche Ursachen für die Kombination von theoretisch kaum begründbaren Einheiten können nach Geländeüberprüfung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit angeführt werden:

- unterschiedliche Fragestellungen,
- unterschiedliche Theorien, besonders über ähnlich benannte Einheiten (Homonymie) und daher unterschiedliche empirische Inhalte samt Normungsproblemen,
- geometrische Fehler bei der Kartierung,
- Generalisierung und Schematisierung,
- inhaltliche Kartierungsfehler,
- zeitbedingte Verlagerungsprozesse,
- technisch bedingte Randpixelfehler,
- Probleme bei der Grenzziehung von funktional bedingten Übergangs- und Überlagerungserscheinungen (laterale Prozesse usw.).

Der letzte Arbeitsschritt schließlich ist der Versuch, Kartierungseinheiten mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse aus den verschiedenen Fernerkundungsquellenmaterialien nachzuklassifizieren. Für die Klassifikation von Vegetationsassoziationen oder von petrographischen Einheiten unter

ariden Bedingungen wird dieses Verfahren mit befriedigenden Ergebnissen allgemein eingesetzt. Voraussetzung dafür ist, daß sich die Einheiten möglichst eindeutig in spektraler Hinsicht unterscheiden lassen.

Hier sollen jedoch auch Einheiten erfaßt werden, die nicht an der Erdoberfläche liegen. Dieses Vorhaben ist aber nur dort sinnvoll anzuwenden, wo das Substrat die (mindestens naturnahe) Vegetation, deren spektrale Information vom Sensor erfaßt wird, entscheidend mitprägt. Alle Arten von Spezialfaktoren und lateralen Prozessen, wie etwa Windecken, Beweidung, Flugstaubbakkumulation, Versauerung, Wasserzuschuß u.v.a.m. überprägen bzw. unterdrücken den Einfluß des Substrats. Trotzdem kann man daraus zum Teil abschätzen, wo Vertikal- und wo Horizontalverflechtungen das geoökologische Wirkungsgefüge dominieren. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Form von Karten und Tabellen verfügbar und tragen zur Interpretationssicherheit bei. Der vorgestellte Arbeitsablauf ist nicht in der Lage, Widersprüche in der Datenbasis unmittelbar aufzuklären, er hilft aber, diese thematisch und räumlich einzugrenzen. Die Suche nach möglichen Ursachen kann daher gezielt einsetzen.

#### 4. ZUSAMMENFASSUNG

Die angeführten Auswertungsbeispiele zeigen Einschränkungen des Einsatzes eines THEKIS für komplexe geoökologische Fragestellungen. Die Probleme liegen dabei nicht in verfahrenstechnischen Schwächen von raumbezogenen Informationssystemen, sondern in der speziellen Struktur des Bestandes an empirischer Beobachtung und Theorie über den Naturraum. Durch den Einsatz eines RIS werden allerdings viele dieser Probleme verschärft. Diese Einschränkungen zwingen zu Gegenstrategien, die in einer intensiven Quellenkritik des verwendeten Datensatzes oder der Modifikation des theoretischen Rahmens liegen können und somit zu einer positiven fachspezifischen Weiterentwicklung anregen.

5. VERZEICHNIS DER VERWENDETEN LITERATUR

- BEISSMANN, H.: Theoretische und praktische Probleme bei der Interpretation räumlich gebundener Informationen für landschaftsökologische Fragestellungen. Ein Fallbeispiel mit digitalen thematischen Karten, digitalen Fernerkundungsquellenmaterialien und einem Digitalen Geländemodell aus dem Bereich des Hochozes (Hohe Tauern, Österreich). Dissertation an der Universität Wien. Wien, 1987. 304 Seiten, XVI Tafeln und 44 Abbildungen.
- DROTH, W. und M.M. FISCHER: Zur Theoriebildung und Theorietestung. Eine Diskussion von Grundlagenproblemen am Beispiel der Sozialraumanalyse. In: OSTHEIDER, M. und D. STEINER (Hrsg.): Theorie und quantitative Methodik in der Geographie. Geographische Schriften 1. Zürich, Geographisches Institut der ETH-Zürich, 1983. S. 81-118 mit 4 Abbildungen.
- FISCHER, M.M.: Eine Methodologie der Regionaltaxonomie: Probleme und Verfahren der Klassifikation und Regionalisierung in der Geographie und Regionalforschung. Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, Fachbereich 1. Universität Bremen, 1982, Heft 3. 318 Seiten mit 36 Abbildungen.
- GÖPFERT, W.: Raumbezogene Informationssysteme. Datenerfassung - Vorbereitung - Integration - Ausgabe auf der Grundlage digitaler Bild- und Kartenverarbeitung. Karlsruhe, H. Wichmann Verlag, 1987. 278 Seiten.
- LESER, H.: Landschaftsökologie. Uni-Taschenbücher 521. Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag, 1978. 433 Seiten mit 49 Abbildungen.
- MATURANA, H.R. und F.J. VARELA: Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens. 3. Auflage: Bern, Scherz Verlag, 1987. 280 Seiten.
- MOSIMANN, Th.: Landschaftsökologische Komplexanalyse. In: STÄBLEIN, G. und H.W. WINDHORST: Wissenschaftliche Paperbacks Geographie. Wiesbaden, Steiner Verlag, 1984. 115 Seiten mit 23 Abbildungen.
- STEURER, Ch.: Grundlagen für ein wissenschaftstheoretisches Strukturkonzept zur Kartographie als Wissenschaft unter modelltheoretischen Aspekten. Forschungen zur Theoretischen Kartographie, Band 10. Wien, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 1989. Im Satz.