



## Fernerkundungsanwendung – Metafragen aus der Sicht der Geographie

Martin Seger <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universität Klagenfurt, Universitätsstraße 65, A-9020 Klagenfurt*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **84** (2), S. 214–220

1996

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Seger_VGI_199634,  
Title = {Fernerkundungsanwendung -- Metafragen aus der Sicht der Geographie},  
Author = {Seger, Martin},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {214--220},  
Number = {2},  
Year = {1996},  
Volume = {84}  
}
```





# Fernerkundungsanwendung – Metafragen aus der Sicht der Geographie

Martin Seger, Klagenfurt

## Zusammenfassung

Aus der Sicht des Anwenderbereiches Geographie wird auf einer von Detailfragen abgehobenen Ebene ein Bogen vom gesellschaftlichen Kontext der Fernerkundungsanwendung zu Grundfragen der interpretativen Nutzung von Bilddaten gespannt. Die Bedeutung der für raumbezogene Wissenschaften, ein deduktives Modell potentieller Landoberflächenklassen, ein paradigmatisches Modell der Bildinterpretation und Bildareale sowohl als Objekte der visuellen Wahrnehmung als auch der analytischen Landschaftsforschung werden angesprochen.

## Abstract

Apart from detailed problems, this article starts with issues concerning to the data applicant's position between technology and the needs of different users of remote sensing products. A deductive model for potential land cover classes is useful for image classification as well as for image interpretation. The paradigm of interpretation is shown as a combination of visual photo patterns and land surface units (patches), using features of the image patterns as well as of the real space. The significance of this patterns for different questions in landscape research and regional planning is outlined. They occur as indicators for physical and human processes within the real space. At last, the dependence of interpretable objects from the spatial resolution of remotely sensed data is mentioned (landscape elements, landcover classes, landscape regions).

## 1. Fernerkundung im gesellschaftlichen Kontext

Die Ausführungen zum Problemkreis Fernerkundung und Anwendungsfragen werden mit einem sozialwissenschaftlichen Statement eingeleitet: Fernerkundung der Erde und ihre Bedingungsfelder, nämlich Raumfahrttechnologie und digitale Informationsverarbeitung, sind ein hervorragendes Beispiel für die gesellschaftswissenschaftliche Modernisierungstheorie. Sie besagt, daß gesellschaftlicher Wandel im wesentlichen über den technisch-wissenschaftlichen Fortschritt herbeigeführt wird. Dieser Wandel wird für entwickelte Staaten als Tertiärisierung der Gesellschaft, Technisierung und Automation der Güterproduktion und Entwicklung zur post-modernen Informationsgesellschaft beschrieben. An letzterem hat die Fernerkundung der Erde einen entsprechenden Anteil. Erst diese Technologien ermöglichen Antworten auf neue gesellschaftliche Fragen, die mit den Megatrends: Ökologisierung der Gesellschaft und Umweltschutz, Globalisierung des Interesses, Nachhaltigkeit der Ressourcennutzung umrissen werden können. Zwei Schlußfolgerungen sind daraus abzuleiten: zum einen, daß Fernerkundung stets ein letztendlich gesellschaftliches Ziel verfolgt, nämlich einen Beitrag zu leisten zur Bewältigung ökonomischer, soziopolitischer und ökologischer Problemstellungen. Zum anderen liegt es

auf der Hand, daß daran sehr unterschiedliche Fachbereiche und Interessensfelder beteiligt sind, was zu einer heterogenen Situation in bezug auf die Ansprüche an Fernerkundungsdaten, auf ihre Verarbeitung und auf die angewendeten Methodologien führt. Der hier verfolgte Ansatz liegt mit Absicht sowohl abseits von Detailfragen als auch von gängigen Einführungen [1-4] oder Sammelwerken [5, 6].

## 2. „Anwender“ im Spannungsfeld zwischen Adressatenbezug und neuen Technologien

Vor diesem Hintergrund wird auf zwei Sachverhalte der Fernerkundungsanwendung, wohl unter dem Aspekt geographischer Interessen im weiteren Sinne, eingegangen: auf die Stellung der Anwender zwischen technologischen und fachbezogenen Problemfeldern, und auf den Adressatenbezug als Zielorientierung der Aussageebene (Abb. 1). Zu ersterem wird auf den bekannten Umstand verwiesen, daß ein mehrstufiger arbeitsteiliger Prozeß vorliegt, bei dem das Produkt eines Teilbereiches stets die Ausgangslage für die nachfolgende Problemstellung darstellt. Für die Fernerkundungsanwender ergibt sich daraus die Notwendigkeit, sowohl im eigenen Fachgebiet als auch im Bereich der neuen Technologie angemessen bewandert zu sein. Daneben haben Anwender zu entscheiden, ob

Fernerkundungsdaten als Forschungsobjekte betrachtet werden, oder ob sie eher einen Arbeitsbehelf für andere Fragestellungen darstellen. Die folgende Typisierung der Anwender erscheint möglich:

- a) „Reine Anwender“: Fernerkundungsprodukte, vorwiegend bildhafte Darstellungen, werden herangezogen, um Verbreitungsmuster fachspezifischer Objektkategorien zu erläutern und zu dokumentieren, bzw. daraus entsprechende Schlüsse zu ziehen.
- b) „Technologieorientierte Anwender“: Fernerkundungsdaten werden bearbeitet, um anhand der derart spezifisch aufbereiteten Daten anwendungsorientierte Problemstellungen zu lösen. Hierher zählen die Nutzung von Daten und entsprechender Hard- und Software im Bereich der digitalen Bildverarbeitung, des Einbaues der Fernerkundung in Geographische Informationssysteme und der Herstellung analoger Produkte (z.B. Satellitenbildkarten).
- c) „Technologisch orientierte Bearbeiter“ von Fernerkundungsdaten: Fragen der numerischen Datenanalyse im Zusammenhang mit Remission und Reflexion unter verschiedenen Voraussetzungen oder atmosphärische und geometrische Korrekturen sowie Weiterentwicklungen in der Klassifikationsmethodik stehen im Vordergrund des Interesses.

Die Bedeutung des Adressaten – d.h. Nutzerbezuges dagegen liegt in der strukturierenden Kraft des Nachfragers: ein angestrebtes Produkt bedingt sowohl bestimmte Datenqualitäten als auch die angewendete Arbeitsmethodik. Das Prestige und damit in der Regel auch die ökonomischen Möglichkeiten der Fernerkundungsanwender hängen auch davon ab, ob und inwieweit es ihnen gelingt, intellektuelle oder ökonomisch

potente Adressaten zu interessieren. Im Gegensatz zum eingespielten Angebot-Nachfrageverhältnis traditioneller Fachbereiche (z.B. Vermessungswesen, Schulgeographie) besteht für die Fernerkundung und die davon abgeleiteten Produkte das Dilemma, daß Angebote vorhanden sind, für die der Nachfrager-Markt erst zu schaffen ist. Wie dies geschieht, zeigt die merkantile Werbung in extenso. Aber vielleicht hängt die oft zitierte Stagnation in der Fernerkundung auch mit selbsterzeugten überzogenen Erwartungen zusammen, und mit der Entwicklung von Geographischen Informationssystemen, in denen folgerichtig die erdoberflächenbezogenen Daten der Fernerkundung nur eine unter mehreren Datenschichten darstellen. Dennoch ist gerade dieser Realraumbezug der Fernerkundung von großer Bedeutung für unterschiedliche Fachbereiche, und die folgenden Adressatengruppen sind zu unterscheiden:

#### Typen von Adressaten

- a) „Fachwissenschaftliches Publikum“ unterschiedlicher raumorientierter Wissenschaftszweige: Theorie- und methodikorientierte Diskussion der Verarbeitung und Nutzung von Fernerkundungsdaten in einschlägigen Fachpublikationen, Auswirkungen auf die Datenverarbeitung im Bereich anderer Adressatengruppen.
- b) „Praxisorientierte Nutzer“: Anwendung von Fernerkundungsprodukten als Information über den Status quo der Landnutzung, der Landschaftsstruktur und des raumbezogenen Strukturwandels in den unterschiedlichen Bereichen der Raumplanung. Anwendungsschwerpunkt im regionalen Maßstab bzw. bei spezifischen Fragestellungen (z.B. Waldschadensforschung). Wichtige Ergänzung der an

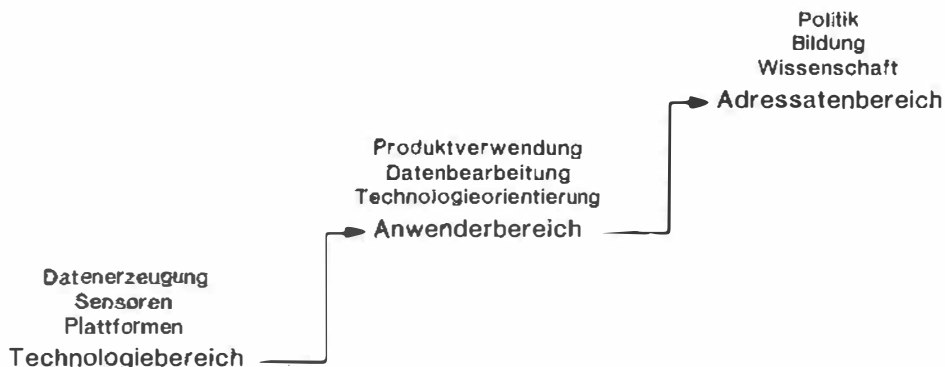


Abb. 1: Fernerkundungsanwendung zwischen technologischen Problemen und gesellschaftlichem Nutzen. Fernerkundungsdaten als Forschungsobjekt und als Datenbasis von Anwenderwissenschaften

sich spärlichen flächendeckenden Informationen, Entscheidungshilfe auf administrativer Ebene. Problem der Konkurrenz durch andere Informationsquellen (inkl. Luftbilddaten) und durch die Bedeutung von a priori nicht-räumlichen Daten (z.B. amtliche Statistik).

- c) „Bildungs- und informationsorientiertes Publikum“: Ein von Wissenschaftlern nur unzureichend erkanntes Interessentenpotential. Hier wird nicht nur der gesamte Schul- und Ausbildungsbereich angesprochen, für den die bildhaften oder kartenkonformen Fernerkundungsdarstellungen schlechthin ein „neues Bild der Erde“ darstellen. Darüber hinaus vermögen regionale bis globale Detailinformationen, die ein breites Publikum erreichen (welches wieder im Kontext demokratischer Entscheidungsfindung wirksam wird), im Sinne einer nachhaltigen Nutzung erdräumlicher Ressourcen wirksam zu werden.

### 3. Fernerkundung: raumbezogene Informationen der zweiten Generation und das Holismus-Problem

Die Geographie versteht als eine ihrer Aufgaben, raumbezogene und raumwirksame Informationen zu erstellen, zu verarbeiten und einem zugehörigen Adressatenkreis verfügbar zu machen. Andere Erdwissenschaften werden ihre raumrelevanten Bereiche wohl ähnlich sehen. Der paradigmatische Wandel im Potential erdräumlicher Daten durch die Fernerkundung wird bewußt, wenn man sich die sonstigen zugehörigen Datenquellen vergegenwärtigt: symbolistisch-reduktive topographische Karten, inhaltlich wenig differenzierte Katasterkarten, vergleichsweise spärliche Felderhebungen eigener Kartierungstätigkeit.

Korrekturweise muß die rezente Fernerkundungstechnologie als zweite Revolution bezeichnet werden. Die erste Revolution stellte das Luftbildwesen dar, welches nicht nur einen eigenen Wissenschaftsbereich nach sich zog (Photogrammetrie), sondern zu einem wichtigen Arbeitsmittel wurde im Sinne ungeneralisierter Realraum-Modelle, erster virtueller Realitäten und bildhafter Datenspeicher. Was aber ist das paradigmatische Neue an der Fernerkundung von heute? Abseits gängiger Qualitätsprofile sind für geographische Anwendungen anzuführen:

#### *Innovation in den Raumwissenschaften durch Satellitenfernerkundung*

- Regionaler Zuschnitt der Bildszenen (als Gegensatz zum Luftbild)

- flächendeckend detaillierte Erfassung räumlicher Strukturen und Zustände (als Gegenstück zu topographischen Karten)
- thematische Visualisierung durch Kombination wichtiger Spektralbereiche
- horizontale (geometrische) und „vertikale“ (spektrale, „Multi-Daten-Ansatz“) Verrechenbarkeit der Daten
- globale Verfügbarkeit und open sky-Politik.

Fernerkundungsdaten repräsentieren die Komplexität des Realraumes und den Zustand der Landesnatur nach definierten Auflösungskriterien. Sie entsprechen damit nicht nur dem Informationsbedürfnis der raumwissenschaftlichen Geographie und analogen Interessen, sondern kommen auch den Tendenzen eines neuen ganzheitlichen Denkens, neuen Verantwortlichkeiten und Raumplanungsüberlegungen entgegen. Allerdings erscheinen bildhafte Fernerkundungsdaten zunächst von einer holistischen Informationsvielfalt, die zumindest dem ungeübten Betrachter das Erkennen und Beurteilen der visuell wahrnehmbaren Bildinhalte erschwert. Daher ist es eine Hauptaufgabe der Fernerkundungs-Anwender, die gegebene Informationsvielfalt so zu strukturieren, zu reduzieren oder zu erklären, daß daraus eine der jeweiligen Problemstellung entsprechend weiterverwendbare raumbezogene Information entsteht. Wir wollen zunächst näher darauf eingehen, warum die bildhaften Fernerkundungsdaten häufig als zu holistisch und damit als schwer interpretierbar aufgefaßt werden:

#### *Hemmende Faktoren einer breiten Anwendung von Fernerkundungsdaten*

- Klassen nach Remissions-/Reflexionswerten korrespondieren vielfach nicht mit den „Ländernutzungsklassen in den Köpfen“.
- Ungeneralisiert vielfältige Bildmuster, „Senkrechtdarstellung“ im mittleren Maßstab und gegebenenfalls auch „falsche Farben“ sind zunächst ungewöhnlich, weil sie a priori nicht oder nur zum Teil mit räumlichen Vorerfahrungen in Beziehung gesetzt werden können.
- Die topographische Orientierung ist erschwert, sofern nicht eine Verknüpfung mit der „Topographie im Kopf“ (mental maps) herzustellen ist.
- Auflösungsgrenzen, Mischpixelfragen, Aufnahmezeitpunkt und reliefbedingte Disparitäten sind weitere Aspekte, die nach zugehörigem Vorwissen verlangen“.
- Vertieftes analytisches Bildverstehen ist aus diesen Gründen sowohl an Vorerfahrung als auch an die Nutzung von Zusatzinformationen gebunden.

- Finanzielle Probleme (Daten, Hard- u. Software) und Know-how-Fragen der notwendigen Datenmanipulation treten als weitere einengende Bedingungen hinzu.

#### 4. Ein deduktives und ein empirisch-induktives Modell zur Strukturierung von Bildinhalten

Strukturierung bedeutet, anhand bestimmter Gliederungskriterien einen wissenschaftlichen Gegenstand so zu klassifizieren oder zu typisieren, daß dabei eine intersubjektiv anerkannte und nachvollziehbare Ordnung entsteht. „Order in chaos“ nennt dies M.F. Goodchild [7] im Zusammenhang mit der Analyse räumlicher Sachverhalte, und „search for patterns“. Für Bildanalysen ist dabei ein duales Ordnungsmuster von Bedeutung, Bildmuster sind nach räumlich-geometrischen Parametern ebenso bestimmt wie nach inhaltlichen Kriterien, d.h. nach den Oberflächenklassen. Objekte mit Raumbezug und zugehörige Attribute, die diese Objekte inhaltlich kennzeichnen, sind die duale Basis geographischer Raumgliederung etwa bei M.M. Fischer [8]. Die Objekte der Bildanalyse können als „kartographische Primitiva“, nämlich als Polygone, Linien oder Punkte definiert werden. Die Attribute sind jene Oberflächen- bzw. Nutzungsklassen, die aus herkömmlichen Raumgliederungen bekannt sind: etwa aus der Bodennutzungsstatistik, der Landnutzungsanalyse, der geographischen Raumgliederung usw. Im Sinne der Struk-

turationstheorie von A. Giddens [9] wenden wir auch in der Bildanalyse weitgehend vorgegebene Strukturierungen an, um so einen neuen Gegenstand (Fernerkundung) in ein überkommenes Raum-Ordnungsschema einzupassen.

#### Das deduktive Modell der Oberflächen- und Nutzungsklassen

Abseits davon stellt sich die Frage, ob und inwieweit die Bildanalyse als Raumtypisierung im Sinne der analytischen Wissenschaftstheorie von Erwartungen und Hypothesen ausgehen kann, die es zu prüfen gilt, und ob Ansätze zu einer Theorie der Landoberflächenklassen existieren. Ansätze zumindest dazu sind wie folgt zu skizzieren: in allen Räumen, die als Kulturlandschaften zu bezeichnen sind, prägen vom Menschen geschaffene oder beeinflusste Landnutzungsklassen sowie diverse materielle Strukturen den Raum insoferne, als nicht hemmende Faktoren des Naturpotentials (Hangneigung, Höhenstufung etc.) dem entgegenstehen.

Die Kulturlandschaft, Gegenstand der modellhaften Abbildung in Fernerkundungsdaten, ist somit durch zwei Kräftefelder: durch das Naturpotential (und die „Geofaktoren“) und durch das sozioökonomische Potential geprägt (Abb. 2), wie dies auch B. Messerli darlegt [10]. Für die Bildanalyse bedeutet dies, daß sowohl die Landnutzungsklassen eines bestimmten Raumes als auch ihre Raumlage abschätzbar sind und als deduktiv postulierte Hypothesen das analytische Vorgehen steuern (vgl. auch Seger-Mandl [11]).

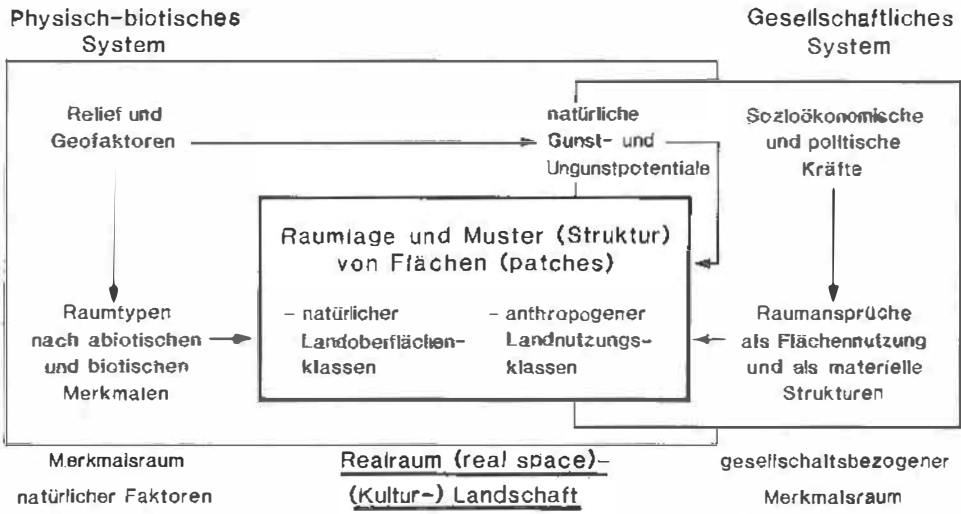


Abb. 2: Ein deduktives Modell potentieller Landoberflächenklassen (und ihrer Raumlage) vor dem Hintergrund der natürlichen und der gesellschaftlichen Bestimmungsfaktoren des Realraumes

Das deduktive Modell potentieller Landoberflächentypen (Abb. 2), zugleich ein Ansatz zu einer Theorie der Realraumstruktur im Wechselspiel von natürlichen Oberflächenklassen und gesellschaftlichen Nutzungsformen, erlaubt es:

- ein Set von Nutzungsklassen zu erstellen, nach denen die Analyse von Fernerkundungsdaten vorgenommen wird,
- die **Raumlage dieser Nutzungsklassen im Kontext** mit physischen Faktoren (Relieffverhältnisse, Höhenstufung) abzuschätzen,
- die Nutzungsflächen (patches) des Realraumes als Untersuchungseinheiten und als Objekte zu sehen, und die Nutzungsklasse als zugehöriges Attribut, was zur Analyse räumlicher Daten hinführt,
- die Abhängigkeit der Nutzungstypen und ihrer Raumlage von einem Bündel natürlicher und sozioökonomischer Faktoren zu sehen, was im Umkehrschluß bedeutet, daß die realen Nutzungsflächen zugleich Indikatoren darstellen für das „dahinterstehende Kräftegefüge“.

*Der empirisch-induktive Ansatz der Bildinterpretation*

Die Analyse von raumbezogenen Fernerkundungsdaten selbst wird nach einem weiterführenden Ansatz vollzogen, nach der empirisch-analytischen „Übersetzung“ von Meßdaten und Bildmerkmalen in Begriffe der Landnutzungstypologie. Dieser Prozeß findet sowohl bei Klassifikationen der digitalen Bildverarbeitung als auch bei der visuell-interpretativen Bildanalyse statt. Denn auch bei der digitalen Bildverarbeitung müssen Landnutzungsklassen des Realraumes bekannt sein, zumindest als Trainingsgebiete. Bilddatenklassifikation ist in diesem Sinne eine „numerisch-formale Interpretation“. Bei der interpretativen Bildanalyse werden dagegen visuell wahrnehmbare und in diesem Sinne eher qualitative Merkmale aufgrund der Regeln in einem Interpretationsschlüssel mit Objektklassen des Realraumes in Beziehung gesetzt, wie dies auch Abb. 3 zeigt.

**5. Visuell wahrnehmbare Bildareale: Objekte der Interpretation und Objekte der Landschaftsanalyse**

Fernerkundungsdaten werden in der Regel als thematisch klassifizierte Darstellungen, als ungeneralisiert-vielfältige Bilder oder als kartographische Produkte (Bildkarten) präsentiert. Wir analysieren, interpretieren und verstehen sie im Verlauf der visuellen Wahrnehmung. Besonders im Zusammenhang mit der Bildinterpretation wird dabei, z.B. bei Townshend [12] und Estes [13], von Photomustern und Bildarealen als den Basiseinheiten des Wahrnehmungs- und Interpretationsprozesses gesprochen. Diese Bildareale unterscheiden sich voneinander nach bildsichtbaren Merkmalen, und sind gegeneinander abgrenzbar (Photomusterareale). Sie repräsentieren zugleich Nutzungsflächen (patches) als Teile des Realraumes und sind so Objekte, d.h. kleinste Untersuchungseinheiten sowohl der Bildinterpretation als auch der Landnutzungsanalyse.

Im Zusammenhang mit den beiden letztgenannten Begriffen ist anzumerken, daß die interpretative Nutzung von Bilddaten bei bestimmten Problemstellungen den digitalen Verfahren vor-

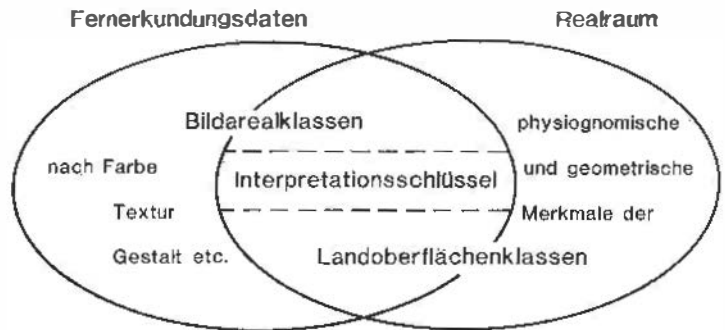


Abb. 3: Paradigma der Bildinterpretation: Verknüpfung von bildsichtbaren Merkmalen in Fernerkundungsdaten mit Merkmalen der Landoberflächenklassen des Realraumes

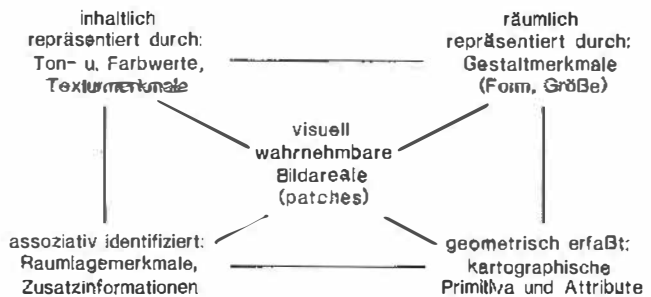


Abb. 4: Visuell wahrnehmbare Bildareale: Datenmerkmale, Identifikation, kartographisch-thematische Umsetzung

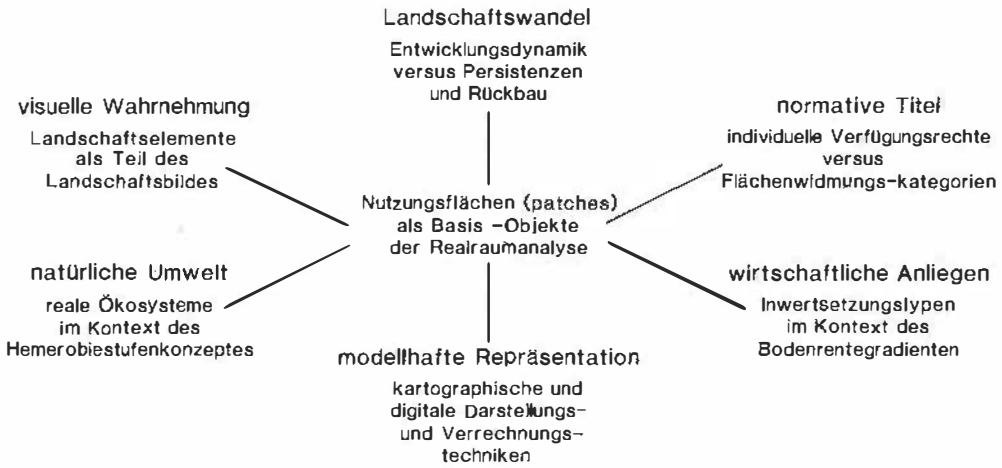


Abb. 5: Visuell wahrnehmbare Bildareale: Mehrfachbedeutung für unterschiedliche raumbezogene Anwenderbereiche

zuziehen ist, was etwa auch das europaweite CORINE-Landcover-Programm belegt. Die Kombination von Hochtechnologie (Fernerkundung, GIS-Datenverarbeitung) mit bewährten tradierten Techniken (Bildinterpretation) und gesellschaftlicher Zielsetzung (Raumordnungsfragen) kommt dabei zum Tragen. Die Bildareale, räumlich und inhaltlich durch bildsichtbare Parameter gekennzeichnet (vgl. Schema Abb.4), werden dabei kartographisch erfaßt (Polygone, Linien, Punkte) und im Zuge der Bildinterpretation als bestimmte Nutzungskategorie erkannt: das Objekt „Bildareal“ wird durch das Attribut „Oberflächenklasse“ gekennzeichnet.

Die derart klassifizierten Bildareale, zugleich Nutzungsflächen des Realraumes, sind jedoch weit mehr als nur ein Abbild des Untersuchungsterrains. Sie stellen nach Inhalt, Gestalt und Raumlage Indikatoren für weiterführende Zusammenhänge dar, und verschiedene raumrelevante Wissensbereiche vermögen aus diesen thematisch klassifizierten Bildmuster-Informationen ganz unterschiedliche Schlüsse zu ziehen. Die Verschiedenartigkeit der Interessenslagen an raumanalytischen Informationen zeigt Abb.5.

Abschließend wird darauf eingegangen, welchen Einfluß die unterschiedliche räumliche Auflösung von Fernerkundungsdaten auf die interpretative Typisierung von Bildarealen ausübt. Es versteht sich, daß anhand etwa von Landsat TM-Daten Oberflächen- und Nutzungsklassen erkannt werden können. Was aber bieten NOAA/AVHRR-Daten? Sie stellen, etwa als NDVI-Meßwerte, nicht mehr Landnutzungsklassen dar, sondern vielmehr Regionen, Land-

schaftsräume mit ähnlicher Landnutzung. Ganz im Gegensatz dazu bieten hochauflösende Informationen wie die KFA 1000 Weltraumphotos Details weit unterhalb der Raumdifferenzierung nach Nutzungsklassen. Mit der Bildsichtbarkeit von Gehölzgruppen und Heckenzügen, Flurdifferentzierungen und Einzelhäusern befinden wir uns nun auf der Ebene von Landschaftselementen. Dieser Stufenbau unterschiedlicher Bildobjekte ist in Abb.6 dargestellt. Es versteht sich, daß den unterschiedlichen Auflösungsmaßstäben der Fernerkundungsdaten ebenso unterschiedliche Typenreihen der Raumdifferenzierung entsprechen müssen. Ein Problem übrigens, bei dem sich die interpretative Bildanalyse leichter tut als die an quantitative Techniken gebundene Bildklassifikation.

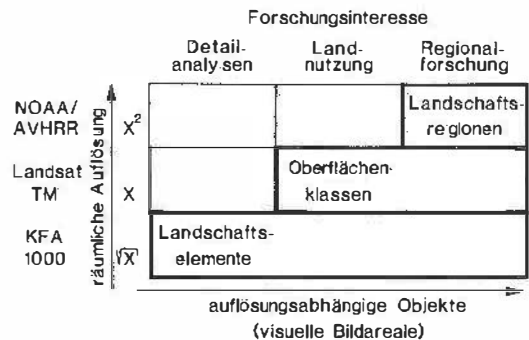


Abb. 6: Visuell wahrnehmbare Bildareale und räumliche Auflösung von Fernerkundungsdaten: Landschaftselemente, Oberflächenklassen und Landschaftsregionen als typische identifizierbare Objekte aus den Daten unterschiedlicher Aufnahmesysteme

## Literatur

- [1] *Alberzt, J. (1991):* Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Wissenschaftl. Buchges., Darmstadt.
- [2] *Löffler, E. (1985):* Geographie und Fernerkundung. Teubner, Stuttgart.
- [3] *Strathmann, F.W. (1990):* Taschenbuch der Fernerkundung. Wichmann, Heidelberg.
- [4] *Theilen-Willige, B. (1993):* Umweltbeobachtung durch Fernerkundung. F. Enke Verlag, Stuttgart, 110 S.
- [5] *Buchroithner, M. (1989):* Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen. Digitale Methoden, Reliefkarrierung, geowissenschaftliche Applikationsbeispiele. Enzyklopädie der Kartographie Band IV/2. Wien.
- [6] *Gierloff-Emden, H.G. (1989):* Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen. Allgemeine Grundlagen und Anwendungen. Enzyklopädie der Kartographie Band IV/1. Wien.
- [7] *Goodchild, M.F. (1992):* Analysis. Chapter 7. In: R. Abler, M. Marcus and I. Olson (Ed.): Geography's Inner Worlds. Rutgers, New Jersey.
- [8] *Fischer, M.M. (1992):* Zur Entwicklung der Raumtypisierungs- und Regionalisierungsverfahren in der Geographie. Mitt.d.Österr.Geographischen Gesellschaf. 124, S. 5-27.
- [9] *Giddens, A. (1984):* The Constitution of Society. Outline of Theory of Structuration. UCalif.Press, Berkeley.
- [10] *Messner, P. (1986):* Modelle und Methoden zur Analyse der Mensch-Umwelt-Beziehungen im alpinen Lebens- und Erholungsraum: Erkenntnisse und Folgerungen aus dem Schweizerischen MAB-Programm 1979-1985 (= Nat. Forschungsprogramm MAB d. Schweizer. Nationalfonds, Nr. 25).
- [11] *Seger, M. u. P. Mandl (1994):* Satellitenbilderinterpretation und ökologische Landschaftsforschung – ein konzeptiver Ansatz und die Fallstudie Peloponnes. In: Erdkunde 48/2, S. 34-47.
- [12] *Townshend, J.R.G. (1981):* Image analysis and interpretation for land resources survey. In: Townshend J.R.G. (Hrsg.), Terrain Analysis and Remote Sensing, S. 59-108.
- [13] *Estes J.E., Hajic E., Tinney L. (1983):* Fundamentals of Image Analysis: Analysis of Visible and Infrared Data. In: American Society of Photogrammetry (Hrsg.), Manual of Remote Sensing, S. 987 ff.[5] Fischer, M.M. (1982): Zur Entwicklung der Raumtypisierungs- und Regionalisierungsverfahren in der Geographie. Mitt. d. Österr. Geographischen Gesellschaft 124, S. 5-27.
- [14] *Seger, M. (1995):* Realraumanalyse Österreichs. Ziele und konzeptueller Rahmen des Projektes „Fernerkundung und Landschaftsverbrauch“. In: Mitt.d.Österr.Geogr.Gesell., 137.Jg., S. 329-348.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Martin Seger, Universität Klagenfurt, Universitätsstraße 65, A-9020 Klagenfurt.

## Dissertationen und Diplomarbeiten

### Bestimmung/Verwaltung von Profillinien (Pasterze)

Harald Felsberger, Günther Moser, Boris Schukoff

Diplomarbeit: Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie/Landesvermessung und Landinformation, TU Graz, 1996. Begutachter: Univ.Prof.Dr. B. Hofmann-Wellenhof, Betreuer: Dipl.-Ing. G. Kienast.

Für das Institut für Geographie der Universität Graz wurden auf der Pasterze sieben Profillinien mit GPS und mit konventionellen Methoden eingemessen. Diese Profile dienen der Kontrolle der Gletscherbewegungen. Die Standpunkte auf der östlichen Talseite wurden mit GPS bestimmt, die Profilrichtungen mit Theodolit. Außerdem wurde die Spitze der Gletscherzunge tachymetrisch erfaßt. Als Ergebnis liegen die Koordinaten der Profilanfangspunkte, die Richtungen der Profile sowie eine koordinative und graphische Darstellung der Gletscherzunge vor.

Mit der Datenbank, die auf MS-ACCESS aufgebaut ist, können die Beobachtungsdaten der Profile verwaltet und ausgewertet werden (durchschnittliches Einsinken, Volumensänderung, Oberflächenbewegung). Die 3D-Netzausgleichung ermöglicht die Auswertung von GPS-Daten in mehreren Varianten (Gewichtung, Maßstab), sowie die Übernahme und Editierung von GPS-Daten.

### Untersuchungen zur GPS-Einzel-punktbestimmung

Rupert Zischinsky

Diplomarbeit: Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie/Landesvermessung und Landinformation, TU Graz, 1996. Begutachter: Univ.Prof.Dr. B. Hofmann-Wellenhof, Betreuer: Dipl.-Ing. G. Kienast.

Im Rahmen eines Studienaufenthaltes wurden an der University of Calgary Untersuchungen zur GPS-Einzel-punktbestimmung durchgeführt. Ziel war es, die Eigenschaften der Beobachtungsfehler und deren Einfluß auf die Koordinaten festzustellen. Dazu wurden in drei Versuchen Meßdaten von drei Meßkampagnen, die über den Zeitraum von einem Jahr verteilt waren, ausgewertet. Die gerechneten Koordinaten wurden mit gegebenen Referenzkoordinaten verglichen und von den Abweichungen auf die Beobachtungsfehler rückgeschlossen. Der Einfluß des Empfänger-Rauschens wurde mit einem Tiefpaß-Filter eliminiert, und der Effekt der Selective Availability wurde mit Präzisen Ephemeriden vermindert. Im ersten Versuch wurden die Auswirkungen verschiedener Empfänger-Technologien untersucht. Es wurden Genauigkeiten von 1 m bis 2 m horizontal und von 2 m bis 4 m vertikal erreicht, und die Auswirkungen des Multipath und des Empfängerrauschens hängen wesentlich von der Empfänger-Technologie ab. Mit dem zweiten Versuch wurde die Korrelation der Koordinatenlösungen über den Zeitraum von neun Tagen und von einem Jahr ermittelt. Die Korrela-