



Rauminformationssystem Österreich – ein digitaler thematischer Datensatz des Staatsgebietes

Martin Seger ¹

¹ *Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt, Universitätsstraße 65-67, A-9020 Klagenfurt*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **89** (2), S. 101–110

2001

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Seger_VGI_200109,  
Title = {Rauminformationssystem {"0}sterreich -- ein digitaler thematischer  
Datensatz des Staatsgebietes},  
Author = {Seger, Martin},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {101--110},  
Number = {2},  
Year = {2001},  
Volume = {89}  
}
```



tive Kartometrie, aber auch die explorative Nutzung aufgrund des Maßstabsbezuges der Informationsaufbereitung relativ starken Beschränkungen unterliegen.

Im Rahmen des FWF-Projektes „Geoinformationssysteme und EDV-Kartographie“ wurde ein digitales „Atlas-Informationssystem“ aufgebaut, welches in dualer Form sowohl zur Generierung anspruchsvoller Druckvorlagen für das Printmedium wie auch zur Einbindung in ein multimediales interaktives kartographisches Informationssystem genutzt werden kann. Das zugrundegelegte Konzept erlaubt eine professionelle kartographische Bearbeitung auch komplexer Sachfragestellungen, die vom Nutzer interaktiv bis in die Primärdatenebene erschlossen werden können. Andererseits werden dem Nutzer für einfache Fragestellungen unterschiedliche Abfragemöglichkeiten über die Sachdatenbank eingeräumt, die auch die Generierung einfacher kartographischer Visualisierungen nach Nutzervorgaben umfassen. In allen diesen Aktivitäten unterstützt ein vom Kartographen geschaffenes Leitsystem den Informationsakquisiteur, um einerseits das Informationsbedürfnis möglichst schnell und zielgerichtet zu befriedigen und andererseits um sicherzustellen, daß wahrnehmungsgerechte kartographische Darstellungen für die kognitive Modellbildung generiert werden.

Literatur

- [1] *Dymon, U.J.* (1995): The potential of electronic atlases for geographical education. In: *Cartogr. Perspectives*, 20, S. 29–34.
- [2] *Fremlin, G.; Robinson, A.H.* (1998): Maps as Mediated Seeing. In: *Cartographica*, Monograph 51, 141 S.
- [3] *Jiakun, G.* (1997): The Interaction of Multimedia Maps. In: *Proceedings ICC '97*, Vol. 1, S. 556–562.
- [4] *Kelnhöfer, F.* (1994): Kartographisches Informationssystem von Österreich im Maßstab 1:1.000.000. In: *VGI*, 1 + 2, S. 71–79.
- [5] *Kelnhöfer, F.* (1995): Kartographische Informationssysteme – Ende des Printmediums Karte? In: *Int. Geodätische Woche Obergurgl 1995 (= Institutsmitt., 16)*, S. 127–141. Innsbruck, Univ. Innsbruck, Inst. f. Geodäsie.
- [6] *Kelnhöfer, F.* (1996): Geographische und/oder kartographische Informationssysteme. In: *Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien, Beiträge zum Kartographiekongreß Interlaken '96*, S. 9–26.
- [7] *Kelnhöfer, F.; Pammer, A.; Schimon, G.* (2000): „Geoinfo-Austria“ – interaktives, multimediales, kartographisches Informationssystem von Österreich. In: *Schrenk, M.* (Hrsg.): *Computerunterstützte Raumplanung – Informationstechnologie in der und für die Raumplanung, Beiträge zum 5. Symposium CORP 2000*, 1, S. 69–75.
- [8] *Müller, J.C.* (1997): GIS, Multimedia und die Zukunft der Kartographie. In: *Kartographische Nachrichten*, 47, S. 41–51.
- [9] *Peterson, M.P.* (1995): *Interactive and animated cartography*. Englewood Cliffs. 257 S.
- [10] *Spiess, E.* (1996): Attraktive Karten – ein Plädoyer für gute Kartographie. In: *Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien, Beiträge zum Kartographiekongreß Interlaken '96*, S. 56–72.

Anschrift des Autors:

O.Univ.Prof. Dr. Fritz Kelnhöfer, Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, TU Wien, Karls gasse 11, 1040 Wien



Rauminformationssystem Österreich – ein digitaler thematischer Datensatz des Staatsgebietes

Martin Seger, Klagenfurt

Zusammenfassung:

Eine das ganze Staatsgebiet umfassende Landnutzungskartierung in thematisch differenzierter Form liegt als digitales Datenset vor, das „Rauminformationssystem Österreich“. Dieses enthält im Mittleren Maßstab und z.T. erstmals die räumliche Verteilung und Struktur von bestimmten Nutzungs- bzw. Oberflächentypen. Darüber wird in Verbindung mit einem Ausschnitt aus dem Datenset (Farbkarte als Beilage) berichtet. Das Produkt wurde am Institut für Geographie der Universität Klagenfurt erarbeitet (Arbeitsgruppe Prof. Seger).

Abstract:

A landuse and landcover dataset for the entire territory of AUSTRIA is available at the Department of Geography and Regional Studies, Klagenfurt University, Carinthia. The system of land use units is represented at an outline of the data set (color map). The geometrical resolution as well as the accuracy of the delineation of the land use patches is more detailed than in any other comparable data sets. A number of land use categories are shown for the first time, such as, e.g., different classes of forests (defined by the percentage of deciduous trees versus coniferous trees) or the differentiation between arable land and grassland areas.

1. Generalinformation

Am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Klagenfurt hat eine Arbeitsgruppe um Prof. SEGER im Rahmen des FWF-Forschungsschwerpunktes „Österreich-Raum und Gesellschaft“ (1994-1999) sowie des Man and Biosphere-Projektes „Grünland im Berggebiet Österreich“ (1999–2002) eine Realraumanalyse des gesamten Staates durchgeführt [1, 2]. Darüber wird hier berichtet. Ein Ausschnitt aus dem Gesamtprodukt liegt diesem Heft als Farbkarte bei, und das Werk ist wie folgt zu charakterisieren. Es handelt sich um eine

- thematische Analyse des „Realraumes“ nach Landnutzungs- bzw. Landoberflächen-Klassen,
- für das gesamte Staatsgebiet Österreichs und im Mittleren Maßstab erstellt,
- in Form eines digitalen Datensets vorliegend und zur kartenmäßigen Präsentation in digitaler oder analoger Form verwendbar,
- wobei die digitalen Daten nach Struktur und Geometrie für alle GIS-Operationen verwendet werden können.

Mit diesem Datenset steht erstmals eine landesweite Erfassung des Status quo der Landnutzung (und des „Landschaftsverbrauches“) zur Verfügung, wobei sowohl der über das Staatsgebiet gleichartige Modus der Raumanalyse als auch bislang nicht vorhandene inhaltlich-strukturelle Gliederungen der Siedlungsflächen, des Agrarraumes, der Wälder und des alpinen Höhenstockwerkes hervorzuheben sind (vgl. Kartenbeilage und deren Legende). Das staatsübergreifende Projekt ist zwangsläufig nur im „Mittleren Maßstab“ zu realisieren, was zwei Implikationen zur Folge hat: zum einen wird eine bestimmte Generalisierung bei der Erfassung räumlicher Sachverhalte erzwungen. Dies bedingt zum anderen, dass (im „Mittleren Maßstab“ gesehen) geringere Veränderungen der Nutzungsstruktur von der Generalisierung „aufgefangen“ werden, und dass die Validität der thematischen Karte darunter nicht leidet. Der Datensatz wurde aufgrund mehrerer und unterschiedlicher raumbezogener Grundlagen (Multi-Input-Ansatz), in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre erstellt. In Ballungsräumen und bei markanten Veränderungen der Siedlungsstruktur gibt es laufende Nachführungen. Das digitale Datenset ist aufgrund einer internen hierarchischen Struktur vielfach veränderbar (z.B. Zusammenlegung von Klassen, Abänderung der visuellen Repräsentation, und die digitalen Daten ermöglichen vergleichsweise einfach eine Verbesserung des Karteninhaltes, z.B. was größere Siedlungszuwächse anlangt), Hin-

sichtlich der Validität der kartographischen Aussage wirken sowohl der Mittlere Maßstab als auch die dadurch erzwungene Generalisierung wie ein Puffer gegenüber der Vielzahl von kleinräumigen Veränderungen. Das darf bei einer gesamtstaatlichen Darstellung der Landnutzung und des Flächenverbrauches auch hingenommen werden.

Das Datenset steht für Forschungskoperationen zur Verfügung und ist darüber hinaus im Wege der universitären Drittmittelfinanzierung als Ganzes oder in Teilen erhältlich.

Der gegenständliche Beitrag stellt das Produkt (vgl. Kartenbeilage) in den folgenden Sachzusammenhang:

- Schema der Landnutzungsklassen und kartographische Generalisierung im Kontext des Mittleren Maßstabes,
- Methodik und Praxis der Erstellung des „Rauminformationssystems Österreich“,
- Grundfragen der Nutzung von raumbezogenen Landinformationsdaten.

2. Landnutzungsklassen und ihre Präsentation im Kartenmodell: Der Mittlere Maßstab und das Problem der zweifachen Generalisierung

Im Zeitalter digitaler Karten ist man vielfach der Ansicht, das Maßstabsfragen obsolet seien. Eine unzulässige Vereinfachung der Sachlage: denn sowohl bei der Erstellung der Primärdaten (Kartenaufnahme) als auch bei der stets visuellen Begutachtung eines Kartenbildes kommt dem Maßstab eine bedeutende Rolle zu, bei letzterem z.B. in der Ausgewogenheit zwischen Maßstab und Karteninhalts-Gestaltung. Das „Rauminformationssystem Österreich“ ist ein Produkt im „Mittleren Maßstab“ sowohl nach der Entwurfskartographie (dem Kartenentwurf im M 1:50.000) als auch hinsichtlich der optimalen Ausgabemaßstäbe (zwischen M 1:50.000 und M 1:200.000). In diesem Relationsbereich zwischen Objekt und Kartenmodell ergeben sich zwangsweise zwei Ebenen der Generalisierung, auf die folgend eingegangen wird:

- Die zusammenfassende *Strukturierung der Landnutzungs- bzw. Landoberflächenklassen* in ein Schema wohldefinierter Klassen oder Landnutzungstypen, und
- die *kartographische Generalisierung*, die bei der Erstellung des Kartenentwurfes einsetzt und bei der bereits der visuelle Eindruck des Kartenbildes auch in kleineren Maßstäben mit zu berücksichtigen ist.

2.1. Das Schema der Landnutzungsklassen

Die Strukturierung der Vielfalt der Landnutzung und damit die Erstellung eines Typensets an Landnutzungs- bzw. Landoberflächen-Kategorien ist eine der a priori-Arbeiten zur Realraum-analyse. Dabei gilt es mehrere Aspekte zu berücksichtigen, wie: ist ein Typusbegriff klar definiert, und ist er anhand bestimmter raumbezogener Daten und Quellen gut zu bestimmen und abzugrenzen? Oder: sind die ausgewählten Landnutzungstypen charakteristische Merkmale der Landesnatur, und stellen sie unter Umständen sogar in Bezug auf die räumliche Konfiguration nicht bekannte Landschaftsmerkmale dar? Und: welche Vorbilder für eine Landnutzungskartierung liegen vor - ist es das Begriffsschema der Flächenwidmungspläne, oder von Biotopkartierungen, oder sollen Begriffe aus der Agrar- oder Forststatistik verwendet werden. Zumindest die letzte Frage ist eher einfach zu beantworten, als Hauptkategorien der Landnutzungsanalyse wurden die folgenden Kategorien bestimmt:

Siedlungsraum
agrarischer Hauptarbeitsraum
Waldflächen
subalpin-alpines Höhenstockwerk
sonstige ausgewiesene Flächenkategorien.

Die Unterteilung dieser Hauptlandnutzungstypen ist aus der Legende der Kartenbeilage ersichtlich, in deutscher und in englischer Sprache. Mit einer knappen Definition versehen, befindet sich das Schema der Landnutzungs- bzw. Landoberflächenkategorien auch als Anhang (Kap. 6) in diesem Beitrag. Die Frage der Landnutzungsgliederung ist für Geographen nicht neu, und auch in Österreich gibt es Vorläufer und Beispiele der

Bearbeitung dieses Themas. Das betrifft sowohl die Karte zur „ökologischen Gesamtwertung“ im Österreich-Atlas von H. Bobek [3] als auch jene der Gliederung Wiens von E. Lichtenberger [4], an der sich die vorliegende Differenzierung des Siedlungsraumes in gewissem Sinne orientiert hat. Auch gibt es methodische wie praktische Beispiele (Formann-Godron [5], Zonneveld [6], Lenz et al. [7]) zu diesem Problemkreis sowie Vorarbeiten dazu: Seger u. Mandl [8], Seger [9]. Das Schema der Landnutzungsklassen stellt eine zielorientierte und übersichtliche Strukturierung der Vielfalt des Realraumes dar. Auf innovative Aspekte dieser Gliederung wird an anderer Stelle eingegangen.

2.2. Die kartographische Generalisierung

Neben der Zusammenfassung der Vielfalt der Landnutzung stellt die zeichnerisch-kartographische Vereinfachung den anderen Teil der oben angeführten zweifachen Generalisierung dar. Ihr Ziel ist es, ein ansprechendes Kartenbild zu erzeugen, sowohl unter Berücksichtigung der Bedingungen des Kartenentwurfes als auch hinsichtlich der später verkleinerten Wiedergabe (Kartenentwurf 1:50.000, Wiedergabe mit Abstrichen variabel verkleinerbar, vgl. auch Beispiel in der Kartenbeilage). Das Ziel eines generalisierten Kartenbildes führt u.a. dazu, dass Vorlagen aus topographischen Karten im M 1:50.000 nicht übernommen, sondern bearbeitet werden mußten, man denke an schmale Waldstreifen, an das Bild aufgelockerter Siedlungen usw. Für die Erstellung eines Kartenentwurfes gelten die Hinweise, die in einem „Kasten“ zusammengefasst sind.

Richtlinien zur Erstellung eines thematischen Kartenentwurfes

Der Kartenentwurf bezieht sich auf ein Schema der *Landnutzungs- bzw. Landoberflächenklassen*, und die einzelnen Klassen sind hinreichend definiert (vgl. Anhang). Der thematische Kartenentwurf beginnt mit der Ausgrenzung der Oberklassen Siedlung und Wald. Dabei gelten die folgenden Regeln:

1. Zur Erstellung eines Polygon-Layers

- Beim *Ausgrenzen der Polygone* im M 1:50.000 ist ein Ausgabemaßstab 1:100.000 zu beachten.
- Kleinste Polygone: ca. 2x3 mm in 1:50.000 (ca. 100x150 m).
Kleine Flächen: Bei *Siedlungsflächen* als „Siedlungssplitter“ festhalten (Punktsignatur)
Bei Wald: weglassen oder benachbarter Waldfläche zuschlagen.
- *Hüll-Linien, Erfassung und Generalisierung:* Nutzung aller relevanter Daten. Hochzeichnen aus rezenten ÖK-Blättern. Siedlung: wenn „Einsprünge“ in den Siedlungsflächen zu klein (< 2 mm in 1:50.000), dann in den Siedlungsraum mit einbeziehen. Analoges Vorgehen bei lockerem Siedlungsverband. Hausgärten etc. sind Teil der Siedlungsfläche.
- *Wald:* Wenn Waldstreifen zu schmal (< 2mm), dann Darstellung als lineares Element (Waldstreifen, Hecken, Windschutzgürtel).

2. Zur wechselseitigen Beziehung von Objekten und Attributen
(Polygone = Objekte, Landnutzungstypen = Attribute)

Nutzungstyp („Attribut“) einer Fläche:	kartographische Form einer Nutzungsfläche:	Handlungs-Anweisung:
eindeutig	angemessen	Polygon zeichnen und codieren
eindeutig	zu „zerrissen“	Polygon generalisieren
eindeutig	zu klein	weglassen bzw. dazuschlagen
mehrdeutig, Gemenge	aufteilen möglich? ja	Polygon teilen und codieren
mehrdeutig, Gemenge	aufteilen möglich? nein	Begriffserweiterung der Attributsklassen: neue „Mischklasse“

3. „Best practice“: Zum methodischen Prozedere bei der Erstellung des Datensets zur Bestandaufnahme der Landnutzung

Will man das Charakteristische an der Daten- und Kartenproduktion der Landnutzungsanalyse „Rauminformationssystem Österreich“ herausstellen, dann sind es drei methodische Ansätze, die das Werk kennzeichnen:

- Nutzung von Synergien im Produktionsablauf,
- Verknüpfung tradierter Techniken mit der Anwendung von High Tech,
- Erstmalige kartenmäßige Präsentation bestimmter Landoberflächen-Kategorien.

ad a. Synergien

Die Raumgliederung nach einem Set von Landnutzungstypen benötigt raumbezogene Datenquellen, aus denen ein Nutzungstyp erkennbar und abgrenzbar abgeleitet werden kann. Im gegenständlichen Projekt kommt diesbezüglich ein „Multi-Input-Ansatz“ zum Tragen: unterschiedliche Quellen werden für die Analyse nach Oberflächenklassen herangezogen, so Landsat TM- und KFA1000-Satellitenbilder, topographische Karten und Stadtpläne, Flächenwidmungsinformationen und Luftbilder. Zudem wurde zumindest in allen Ballungsräumen des Landes vor Ort kartiert. Der Multi-Input-Ansatz ist notwendig, um die nachgefragten Nutzungsklassen angemessen ausweisen zu können. Er führt unterschiedliche räumliche Informationen zusammen. Wie die Resultate zeigen, ist der Multi-Input-Ansatz dem Mono-Daten-Ansatz (der Verwendung von Fernerkundungsdaten alleine, z.B.) überlegen. Ein weiterer Synergieeffekt des Projektes liegt in der Auslagerung von Arbeitsschritten dorthin, wo die besseren technologischen Voraussetzungen gegeben sind. Konkret wird damit die Kooperation mit Prof. Kelnhofer angesprochen. Am IKR der TU Wien wurden die Kartenentwürfe der Klagenfurter Arbeitsgruppe (Strichkarten im ÖK 50-Blattschnitt) gescannt. Die digitalen Daten wurden an-

schließend in Klagenfurt weiterbearbeitet, doch dazu die folgenden Zeilen.

ad b. Kartenentwurf und digitale Daten

Die vorliegende Rauminformation zur Landnutzung in Österreich beruht auf einem eigenen Kartenentwurf. Das heißt, alle Polygone und Linienzüge wurden als Strichkarte angefertigt, wobei für jedes Gebiet zwei Kartenlayer (Polygonlayer, Linienlayer) herzustellen waren. Die Strichkarten folgen dem Blattschnitt der ÖK 50, auf der auch die grundsätzliche Geometrie des neuerstellten Datensatzes beruht. Nach dem Scannen der Strichkarten an der TU Wien (eine Kooperation im Rahmen des erwähnten FWF-Forschungsschwerpunktes) wurden die Daten nach der Geometrie der Meridianstreifen M28, M31, M34 rektifiziert, mit Attributen versehen und zu einem Datenset zusammengefügt.

Dieses Vorgehen, nämlich eine traditionelle Entwurfskartographie für eine komplexe thematische Karte eingangs zu wählen, und anschließend von den High Tech-Möglichkeiten des Geoinformationswesens Gebrauch zu machen, hat sich gut bewährt. Allerdings wurde vielfach die Frage aufgeworfen, warum nicht bereits eingangs digitale thematische Daten verwendet wurden. Mehrere gute Gründe sind es, warum davon Abstand genommen wurde. Einer der Hauptgründe ist die ungeneralisierte Form solcher Daten, und das Zusammenfügen von digitalen raumbezogenen Daten aus unterschiedlichen Quellen führt zu einer Fülle von kartographischen Detailproblemen. Der digitale Prozess, die Verschneidung von (rektifizierten) Datensätzen alleine, ist an sich unproblematisch. Aber auch die Kostenfrage des Datenankaufes hat den Entschluss zum eigenständigen Kartenankauf bestärkt.

ad c. Neue Inhalte

Das „Rauminformationssystem Österreich“ birgt in sich eine Reihe von Differenzierungen der Landbenützung, die im Mittleren Maßstab bislang

nicht bekannt waren, und schon gar nicht über die gesamte Staatsfläche. Vier Inhaltsbereiche sind dabei vorrangig zu nennen, die Differenzierung der Siedlungsflächen, des Agrarraumes, der Wälder und des alpinen Höhenstockwerkes (vgl. Kartenbeilage und den Anhang zu diesem Beitrag). Die Gliederung von *Siedlungsflächen* nach baulich-funktionellen Kriterien ist ein klassisches Aufgabefeld der Stadtgeographie. Stadtpläne aller größeren Siedlungen und rezenter Bildflüge der Großstädte wurden für diesen Analysebereich benutzt. Im *Agrarbereich* zeichnet sich die Nutzungsanalyse durch eine Differenzierung der Acker-Grünland-Relation aus, die aufgrund der KFA 1000-Bilder (und von Landsat TM-Bildern) vorgenommen wurde. Eine stete Plausibilitätskontrolle dazu bietet die gemeindebezogene Agrarstatistik. Durch die Acker-Grünland-Differenzierung wird die vielfach geländebedingte und daneben klimabedingte Trennung dieser grundsätzlichen Landnutzungsformen im Kartenmodell gut wiedergegeben. Es versteht sich, dass dabei nicht parzellenscharf, sondern über die visuelle Interpretation der Satellitenbilder nach Landschaftskriterien abgegrenzt wird. In ähnlicher Form wird das alpine *Höhenstockwerk* gegliedert, wobei der Deckungsgrad der Vegetation und die Durchsetzung des alpinen Grünlandes mit Gehölzen eine Rolle spielen.

Von besonderer Bedeutung aber erscheint die Gliederung der *Waldflächen*, stellen doch Wälder den dominanten Anteil an der Staatsfläche dar. Nach Beratungen mit Spezialisten der Forstlichen Bundesversuchsanstalt wurde festgelegt, die Waldflächen nach den dominanten Gehölztypen (vgl. Kartenlegende) zu differenzieren. Dazu konnten rezente Farbinfrarot-Bildflüge des BEV ausgewertet werden, eine Arbeit, die von Experten aus der Zeit der Waldschadensforschung durchgeführt wurde. Im Luftbild erkannte und

abgegrenzte Waldareale wurden mit Hilfe korrelativer topographischer Merkmale in den Maßstab 1:50.000 übertragen. Die Qualität dieser Analyse wurde bereits bei einer Nutzung dieser Areale für eine Vegetationskarte überprüft. So wie bei der Interpretation der Luftbilder nach Waldtypen wurden übrigens bestimmte Interpretationen der Klagenfurter Arbeitsgruppe stets für dieselben Analyseaufgaben herangezogen. Dadurch ist ein gleichbleibender Duktus im jeweiligen Teil des Kartenentwurfes sichergestellt.

4. Zur wissenschaftlich-praxisbezogenen Nutzung des Datensatzes „Rauminformationssystem Österreich“

Das Ergebnis der Landnutzungsanalyse (ein Produktbeispiel stellt die Kartenbeilage zu dieser Präsentation dar) ist ein neuartiges Bild des Landes: thematisch vielfältig, GIS-kompatibel und im regionalen Maßstab gehalten. Ein Überblick über Landschaft und Landnutzung in Österreich an der Schwelle zum Dritten Jahrtausend. Ein Bild auch der Siedlungsentwicklung und Zersiedelung, und der Landoberflächen in den weiten Bereichen außerhalb des Dauersiedlungsraumes. In diesem Zusammenhang stellen Daten und Karten dieser Realraumanalyse gewiss wertvolle Informationen dar – sowohl für die Regionalplanung auf Länderebene als auch dann, wenn es darum geht, dass der Staat die Problematik eines Alpen- und Gebirgslandes auf internationaler Ebene visualisieren will. Was aber unterscheidet eine Landnutzungskarte von den Statistiken, in denen bestimmte Merkmale zur Landnutzung ja ebenfalls enthalten sind. Drei Antworten dazu:

- Die thematische Karte in digitaler oder analoger Form zeigt die Raumstruktur bestimmter Landnutzungsmerkmale, ihre Vernetzung und

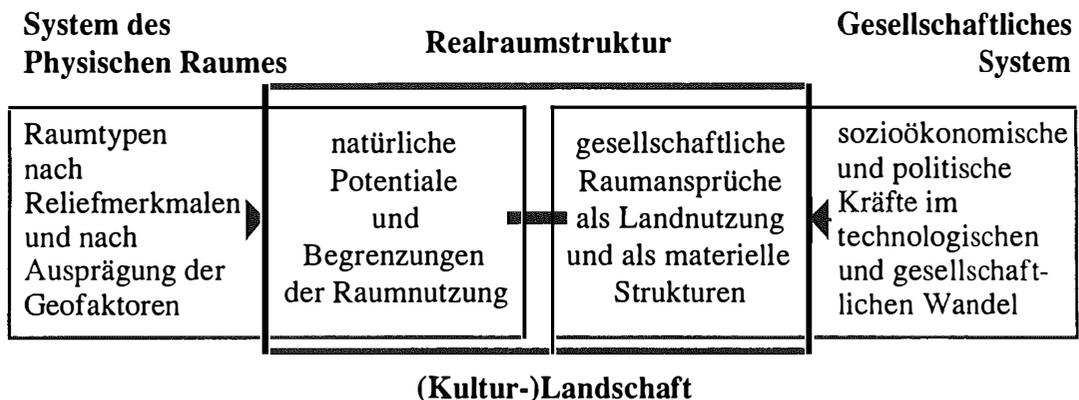


Abb. 1: Erklärung der realen Landschaftsstruktur (der Struktur der Kulturlandschaft) durch die Wechselwirkungen von Gesellschaft und Physischem Raum. In Anlehnung an Messerli [10] und Schaller [11]

- ihre Nachbarschaftslagen, die Polyongestalten und Distanzen zu anderen Objekten u.a.m.
- Die digitale Struktur des Rauminformationssystems erlaubt zugehörige Flächen-, Entfernungs- und Vergesellschaftungsberechnungen, und die Anwendung des gesamten GIS-Repertoires.
 - Was die ausgewiesenen Flächentypen anlangt, sind darunter etliche, die es in keiner Statistik gibt. Die Statistiken selbst sind stets auf bestimmte administrative Einheiten ausgerichtet, und damit ohne konkreten Lagebezug. Welcher Erklärungswert, lautet eine andere Frage, wohnt den Daten des „Rauminformationssystems“ inne? Auch darauf eine dreifache Antwort:
 - Das Bild der Landnutzungs-Raumstruktur alleine vermittelt anschaulich und eindringlich, wie wir mit unserer Landesfläche umgehen, wo die Zersiedelung besonders augenfällig ist, etc. Gunst- und Ungunsträume können erkannt werden, und für Leitbilder der Regionalplanung ist die Darstellung des „Status quo“ hilfreich.
 - Daneben erschließt sich mancher Erklärungswert des Datensatzes erst in Kombination mit anderen Daten, wobei das digitale Höhenmodell und administrative Einheiten vorrangig zu nennen sind.
 - Insgesamt stellen das Muster der Siedlungsflächen, die Differenzierung der Landnutzung und die Lage anderer Objekte des Realraumes ein *Modell der regionalen Kulturlandschaft* (im Mittleren Maßstab) dar, denn ein großer landeskundlicher Erklärungswert innewohnt: das Kartenbild zeigt das Ausmaß der Inanspruchnahme des Raumes durch die Gesellschaft. Darin mit enthalten ist die historisch-genetische Entwicklung der Kulturlandschaft ebenso wie die unterschiedliche Landesnatur.
- In diesem Sinne fordert die thematische Karte der Landnutzung und der Landoberflächen geradezu die Frage heraus, welche einander wechselseitig beeinflussenden Kräfte zu einer bestimmten Kulturlandschaftsstruktur führen. Als ein Erklärungsansatz dazu (und als ein Beitrag



Abb. 2: Nutzungsflächen (Areale unterschiedlichen Nutzungstyps) sind die kleinsten räumlichen Einheiten der Landnutzungserfassung. Welch unterschiedliches gesellschaftliches Interesse an jeder Flächeneinheit bestehen kann, veranschaulicht diese Graphik

zu einer „Theorie der Landnutzung“) wird das Schema der Wechselwirkung von gesellschaftlichem System und Naturraum (dem Physischen System) vorgestellt (Abb.1). In diesem führt das Zusammentreffen von gesellschaftlichen Raumansprüchen (für den Nahrungserwerb, die Siedlungstätigkeit etc.) mit den natürlichen Potentialen eines konkreten Raumes zu jener Konfiguration der Raumnutzung, die uns als Struktur der Kulturlandschaft entgegentritt.

Im Zusammenhang mit der wissenschaftlich-praktischen Bedeutung des vorgestellten Produktes wird abschließend auf die Bedeutung einzelner Nutzungstypen bzw. Nutzungsareale eingegangen: sie sind *Indikatoren* für bestimmte Kräfte dahinter, und an ihnen besteht ein *vielseitiges und unterschiedliches Interesse* von Seiten bestimmter Gruppen der Gesellschaft. Was die

Indikatorfunktion eines Landoberflächentyps anlangt, stehen dahinter Geo- und Biofaktoren, Ausprägungsformen von Ökosystemen und die Vielfalt von Lebensraumtypen. Mit zunehmender wirtschaftlicher Nutzung treten die ökonomischen Interessen der Gesellschaft in den Vordergrund, stets aber noch in deutlicher Abhängigkeit von natürlichen Faktoren (des Reliefs, der edaphischen und klimatischen Verhältnisse usw.). Zugleich sind die Flächen juristische Objekte – sowohl im Sinne des Grundbesitzes als auch der Raumordnung, und nicht zuletzt Elemente der visuellen Wahrnehmung und Bestandteile dessen, was als Landschaftsbild von landeskulturellen wie von touristischem Interesse ist. All dies wird in der Abb.2 abschließend verdeutlicht: um darauf hinzuweisen, dass hinter dem „Rauminformationssystem Österreich“ mehr steht als nur ein Kartenbild.

5. Anhang: Das Typenset des Rauminformationssystems

Beschreibung der Landnutzungs- bzw. Siedlungskategorien für die thematische Flächennutzungs- bzw. Landoberflächen-Karte

1. SIEDLUNGSRAUM

1.1 Vorwiegend geschlossene Bebauung (Siedlungskerne, Ortszentren, Sammelsiedlungen): *Dominanz des Siedlungsgrundrisses bei der Abgrenzung. Siedlungszentren bzw. dörfliche Sammelsiedlungen. Lückenlose Reihung oder dichte Scharung von Gebäuden unterschiedlicher Nutzung und verschiedenen Baualters, gelegentlich unterbrochen von einzelnen freistehenden Objekten.*

- **Stadtkerne.** Historische Zentren und Vorstädte der Gemeinden mit Stadtrecht aufgrund der vorindustriell-dichten Bebauung, und unbeschadet verschiedener Umgestaltungen.
- **Sonstige Ortskerne.** Meist Zentren von Marktorten, in der Regel gut gegen das Umland abgrenzbar.
- **Ländliche Sammelsiedlungen,** so Straßen- und Angerdörfer im Osten Österreichs, einschließlich der zum Ortsverband gehörigen Hausgärten und Scheunenzellen sowie einschließlich von Ortserweiterungen, sofern diese nicht gesondert dargestellt werden. Klare Abrenzung gegenüber dem Umland beziehungsweise gegenüber anderen Bebauungsformen, z.B. in topographischen Karten.
- **Zentren nicht geschlossener ländlicher Siedlungen.** Dorfkern von Ortsgemeinden, dichte Bebauung im Zentrum von Haufendörfern, an Hauptstraßen, um Kirchen etc. Abgrenzung dort, wo sich die Bebauungsdichte ändert. Dorfzentren nur dort, wo zumindest eine Filialkirche im Ortskern vorhanden ist. Dieser Typus tritt im Bereich der Sammelsiedlungen nur dort auf, wo Hinweise auf den Straßendorf-Typ fehlen.
- **Unvollkommene Straßendörfer.** Im Randbereich der Sammelsiedlungen dort, wo diese in das Bergland übergehen (Niederösterreich). Gegründete, „kompakte“ Ortsanlage noch im Ortsbild erkennbar und auch in der topographischen Karte.
- **Kettendörfer, lockere Sammelsiedlungen.** Zeilenförmige, z.T. unterbrochene Siedlungsbänder entlang von Straßenzügen oder auf Höhenrücken (Steiermark, Burgenland). Dort Typus „Berghäuser“, zur Siedlungskette verdichtet vielfach erst in jüngerer Zeit. Übergang zum Bebauungstyp der Einzelhausgebiete fließend. Kettendörfer aber stets auch mit Gehöften in Zeilenlage, was in den topographischen Karten des Mittleren Maßstabs gut zum Ausdruck kommt.

1.2 Sonstige städtisch-dichte Bebauung

Überwiegend geschlossen bebaute Siedlungsfläche. Städtisches Gebiet der Reihenhausbauung, Gründerzeit-Viertel in den Großstädten, überbaute Vorstädte, inklusive aller jüngeren baulichen Veränderungen. Außengrenze der dichten Bebauung des 19. Jh. und Übergang zu lückiger Bauweise nach Luftbildern und Karten eindeutig feststellbar.

- **Städtische Verdichtung, Mengung von Wohnblöcken und Reihenhäusern mit Flächen offener Bebauung.** Typischer Fall der rezenten Verdichtung einer (älteren) Einzelhaus-Peripherie durch dazwischengestellte oder randlich angelagerte mehrgeschoßige Objekte oder durch andere Formen des verdichteten Bauens; in der Regel bei Dominanz der Wohnfunktion. Ausdruck des Trends zur intensiveren Flächennutzung. Häufige Mengung der Bauungsformen ungleichen Baualters. Auch angewendet, wenn mehrgeschoßige „Wohnsiedlung“ flächennäßig zu klein ist, um gesondert ausgewiesen zu werden.
- **Große mehrgeschoßige Wohnanlagen unterschiedlicher Bauperioden.** Wohnkomplexe ab Baualter Zwischenkriegszeit inklusive zugehöriger Freiflächen und Versorgungseinrichtungen, auch Reihensiedlungen.

Im „Mittleren Maßstab“ können nur auffällige Wohnanlagen erfaßt werden, und die interessante Differenzierung nach dem Baualter kann nur Gegenstand einer weiterführenden Kennzeichnung sein.

- **Städtische Verdichtung nach funktionalen und strukturellen Merkmalen.** Erweiterung der Stadtkernmerkmale (tertiärer Sektor, dichte Bebauung) in anschließende Stadtbereiche und analoge Verdichtungsformen.
- **In der Agglomeration aufgegangenes Dorf.** Vom Grundriß her noch als ehemaliges Dorf (meist Siedlungsanlagen) erkennbar, vielfältig umgestaltet und von Bauland umgeben. Resultat des Siedlungswachstums in den Ballungsräumen.

1.3 Vorwiegend offene Bebauung

- **Offene Bebauung ohne nähere Differenzierung.** Einzelhausgebiete unterschiedlicher Prägung, Dominanz der Wohnfunktion. Auch Mehrparteien-Wohngebäude und diverse andere Nutzungen mit eingeschlossen.
- **Größere einförmige Einzelhausgebiete.** „Siedlungshaus“-Flächen vornehmlich bzw. vormals bescheidenen Zuschnittes. Größere Gebiete kleinflächiger Parzellierung. Stadtrand-Typus ab Zwischenkriegszeit, heute vielfach in Aufwertung begriffen. Bauform vornehmlich des Randes der Agglomerationen.
- **Siedlungssplitter.** Weiler, Gutshöfe, kleine Hausgruppen. Kleine Siedlungsflächen (bis zu etwa 100x150 m als kleinste Fläche, Abmessungen aus Luftbild bzw. Karte geschätzt) codiert unter „offene Bebauung“ (1.3.1). Noch kleinere Flächen, bzw. einzelne Gehöfte oder Gebäude in Streulage dargestellt als Punktsignatur (Kreis, Innenfarbe analog 1.3.1).
- **Mischgebiet von Wohn- und Betriebsfunktion.** Gemischte Bebauung, wie sie häufig am Rande von Ortschaften oder längs der Ausfallstraßen zu finden ist.
- **(Ausgeprägte) Kellergassen.** Im Osten Österreichs vielfach in der ÖK 50 gut dokumentiert, meist abseits der örtlichen Siedlungsfläche gelegen oder daran anschließend.
- **Extensive periphere Nutzungen.** Gebiet des „weichen Randes“ der Großstädte, Flächen der Nichtnutzung bzw. des Nutzungswandels, der Brache nach vorheriger Nutzung bzw. der Inwertsetzung. Auch kleinere Sportflächen und andere Zwischennutzungen.

1.4 Betriebsgebiete

- **Betriebsgebiete i. allgem.:** Produktions-Dienstleistungsfunktionen und alle ähnlich genutzten Flächen, die nicht unter den folgenden Punkten erwähnt sind.
- **Stadtrand-Verbrauchermärkte** und zugehörige Nutzungen, sofern flächenmäßig gesondert darstellenswert.
- **Abbau- und Deponieflächen:** Steinbrüche, Schottergruben, Müllablagerungsplätze lt. Flächenwidmungsplan.
- **Gärtnereien, Baumschulen:** Nur größere Betriebe erfaßbar und darstellungswürdig. Feldgemüsebau von Gärtnereien sowie Baumschulflächen im Agrarraum nicht differenziert.

1.5 Flächen der öffentlichen Hand

- **Größere Objekte und Anlagen** der öffentlichen Hand.
- **Sonstige größere Flächen** der öffentlichen Hand (z.B. Übungsgelände im Anschluß an Kasernen).

1.6 Grünraum im Siedlungsverband

- **Sportanlagen, Freizeiteinrichtungen** von entsprechender Größe
- **Freizeitwohngebiete**, z.B. an Badeteichen und im Bergland, Zweithausansiedlungen (meist als solche gewidmet)
- **Öffentliche Parkanlagen** von entsprechender Größe
- **Kleingartenanlagen.**

1.7 Historische Anlagen

- Kulturelle Einrichtungen und Sehenswürdigkeiten, Schlösser und Klöster, vielfach mit zugehöriger Parkanlage. Unabhängig i.d. Regel von derzeitiger Nutzung und der Frage der Zutrittsmöglichkeiten.

1.8 Verkehrsflächen

- **Autobahnen und Schnellstraßen** zusammengefaßt und als Polygone ausgewiesen, inklusive der Flächen von Kreuzungen und Abfahrten.
- **Tunnelstrecken** der Autobahnen und Schnellstraßen. Tunnelstrecken können unterschiedlich zum oberirdischen Verlauf des Verkehrsweges dargestellt werden. Zugleich bleibt der ununterbrochene Verlauf des Verkehrsweges erhalten, was für spätere GIS-Berechnungen von Bedeutung ist.
- **Bahnhöfe:** Bahnareale größerer Ausdehnung
- **Flugplätze** mit Linienverkehr. Andere Flugplätze siehe Sportflächen. Militärflughäfen unter „Sonstige Flächen der öffentlichen Hand“.

2. AGRARRAUM

Drei Merkmalebenen: Acker-Grünlandverhältnis, Reliefverhältnisse, Sonderkulturen

- **Acker-Grünland-Verhältnis** in fünf Abstufungen. Bezeichnungen erklären sich selbst (vgl. Legende). Angegebene Prozentwerte abgeschätzt. Interpretationsgrundlage: Satellitenbilder. Abgrenzung der Polygone als „weich“ zu sehen. Vielfach in Anlehnung an die Relieftypologie abgegrenzt, weil damit häufig ein Wechsel des Acker-Grünland-Verhältnisses verbunden ist. Kontrolldaten: Bodennutzungsstatistik nach Gemeinden.

- **Grünland** außerhalb (meist auch: oberhalb) des Dauersiedlungsraumes. Vor- und Zwischenalmen, Maiensässe. In der Regel im Waldgürtel gelegen.
- **Relieftypisierung des Agrarraumes.** Vier Kategorien der Hangneigung:
Verebnungen, flach bis sanft geneigt (bis ca. 2°). Z.B. Quartäre Terrassen und Fluren, andere Verebnungsflächen, Talböden inkl. deren Randbereiche.
Welliges und schwach geneigtes Gelände (ca. 2°–5°), häufig in den Vorländern sowie in den Durchgangslandschaften des Berggebietes.
Kuppirtes Gelände und mäßig geneigte Hangzonen (ca. 5° bis unter 15°).
 Unterschiedliche Neigungs- und Expositionsverhältnisse.

Dominanz steiler Hanglagen und Talflanken (über 15°), auch Rücken und Hangleisten der montanen Zone. Die Hangneigungsverhältnisse werden durch eine unterschiedlich dichte Scharung von Punkten dargestellt. Die Neigung wurde aus den Höhenlinien-Abständen abgeschätzt und stellt nur eine überschlägige Angabe der Hängigkeit dar. Im Nordosten zusätzlich angeführt:

Höhergelegene Flächen geringer Neigung, ältere quartäre Terrassenfluren, Plateauflächen, „Mittelgebirgs“-Terrassen, und ähnliche höher gelegene Verebnungen. Gunstlagen.

Sonderkulturen:

- **Weinbauflächen und Acker-Weinbau-Komplexe** (Grünlandparzellen und andere Spezialkulturen zum Teil enthalten).
 Mit lockerer Signatur (Striche): eben bis schwach geneigt, mit enger Signatur: mäßige bis steile Hangneigung.
- **Obstbau sowie Acker-Sonderkultur-Komplexe** (wie z.B. in der West- und Oststeiermark; Mengung der Sonderkulturen mit kleinflächigen Feld- und Wiesenparzellen)
 Mit lockerer Signatur (Kreise): eben bis schwach geneigt, mit enger Signatur: mäßige bis steile Hangneigung.

3. WALDFLÄCHEN

Differenzierung der Waldflächen nach dem Bestandshabitus. Dazu wurden im gesamten Berggebiet die rezenten (1992–1996) aufgenommenen Farbinfrarot-Luftbildmeßflüge des BEV ausgewertet und in den Maßstab 1:50.000 interpretativ übertragen. Kern der Walddifferenzierung ist die Ausgrenzung von Bestandesflächen nach der Dominanz des Laubgehölz- bzw. Nadelgehölzanteiles, in 4 Stufen zwischen „Laubwald“ (ca. 85% Laubgehölze) und „Nadelwald“ (ca. 90% Nadelgehölze). Daneben „Mischwald“, je eine Klasse mit Dominanz der Laub- oder Nadelbäume. Ferner flussbegleitende Gehölze und in der Höhe: montan-subalpines Buschwerk (Erlenbusch). Felsdurchsetzte Wälder bzw. Felsflanken mit Waldbestockung durch zwei weitere Klassen (Nadelwald/Laubwald) hervorgehoben. Schmale Waldstreifen sowie Hecken und Windschutzstreifen: als grüne Linien dargestellt.

- **Nadelwald:** Nadelbäume etwa 90%
- **Laubwald:** Laubbäume etwa 85%
- **Mischwald, Nadelwald dominiert**, d.h. über 50% Nadelbäume
- **Erlenbuschwerk** (z.T. mit Krummholz, z.T. baumdurchsetzt), meist innerhalb der Waldgrenze
- **Nadelwald felsdurchsetzt**
- **Misch- und Laubwald felsdurchsetzt**
- **größere Bestände flussbegleitender Gehölze**
- **Mischwald, Laubwald dominiert**, d.h. über 50% Laubbäume
- **Moorflächen mit Gehölzbestand** bzw. im Waldbereich

4. SUBALPIN-ALPINES HÖHENSTOCKWERK

- **Gletscher**, nach rezentem Stand und Spätsommer-Satellitenbildern. Kleinere Veränderungen im M 1:50.000 nicht erfaßbar.
- **Felsgelände u. Geröllhalden**, Schutzzone, Pioniervegetation. Eine in Westösterreich flächenmäßig umfangreiche Landoberflächenklasse, die weiter untergliedert werden sollte (Anstehendes – Lockermaterialien z.B.)
- **Felsdurchsetzte magere alpine Rasen**, vielfach geringer Deckungsgrad der Vegetation
- **Alpine Rasen und Heiden** in geschlossener Vegetationsdeckung. Hauptgebiete der bewirtschafteten Alpen.
- **Alpine Rasen in Mengung** mit Krummholz
- **Flächige Krummholzbestände**
- Mengung von **alpinen Rasen mit Baumgruppen**. Gebiet zwischen aktueller und potentieller Waldgrenze
- **Mengung von Grünerlen u. Krummholz** mit Rasen- u. Felsgelände, Kampfzone des Waldes, oberhalb bzw. außerhalb der geschlossenen Waldzone.
- **Grünlandbereiche** außerhalb des Dauersiedlungsraumes, Vor- und Zwischenalmen, meist im Waldbereich
- **Moore** im subalpin-alpinen Bereich

5. SONSTIGE FLÄCHEN

- **Gewässer:** stehende Gewässer bzw. größere Fließgewässer als Polygone
- **Sport- und Freizeitflächen:** Golfplätze als neuer Flächenanspruch, daneben Motor- u. Flugsportgelände u. andere Sportflächen

- **Wintersportgelände:** Lage und Verlauf von Schipisten nach unterschiedlichen Quellen, differenziert nach der Umgebung; auf Gletschern/in der Hochregion/der Almzone/im Wald- u. Grünlandbereich.

6. LINEARE STRUKTUREN

- **Straßenzüge:** „Hauptverbindungen“ und „Nebenverbindungen“ in Anlehnung am Straßenaufdruck der ÖK 50. Amtliche Einteilung (z.B.: Bundes- u. Landesstraßen) nicht zielführend. Autobahnen und Schnellstraßen als Polygone dargestellt, bei „Verkehrsflächen“. Tunnelstrecken gesondert erfaßt und ausgewiesen.
- **Eisenbahnlinien:** Strecken-Differenzierung nach Beförderungskategorien aufgrund rezenter Informationen der ÖBB. Tunnelstrecken gesondert ausgewiesen.
- **Fließgewässer:** Drei Kategorien nach der durchschnittlichen Durchflussmenge, benannt als: Hauptfluss und wasserreicher Nebenfluss/Oberlauf, Neben- u. Zufluss von Hauptflüssen/Bach. Breite Fließgewässer als Polygone ausgewiesen; Traun und Enns z.B. auf dem Blatt „Linz“ (Kartenbeilage).

Literatur

- [1] *Seger, M.* (1999): Landinformationssystem Österreich – ein neuer Datensatz für regionale Raumordnungsfragen. In: CORP 99 Computergestützte Raumplanung. Symposiumsbericht TU Wien, S. 423–426.
- [2] *Seger, M.* (2000): Rauminformationssystem Österreich - digitaler thematischer Datensatz des Staatsgebietes fertiggestellt. In: Strobl/Blaschke/Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg. Wichmann Verlag, Heidelberg. S. 465–468.
- [3] *Bobek, H. u. G. Mras* (1979): Ökologische Gesamtwertung. Atlas der Republik Österreich, 6. Lief. Verlag Freytag-Berndt, Wien.
- [4] *Bobek, H. u. E. Lichtenberger* (1960): Wien. Verbauungstypen 1:50.000. Atlas der Republik Österreich VI/10. Freytag-Berndt u. Artaria, Wien.
- [5] *Forman R. u. M. Godron* (1986): Landscape Ecology. J. Wiley & Sons Verl. New York, 619 S.
- [6] *Lenz R., Riedel B. u. U. Voerkelius* (1990): Landschaftsanalyse mittels Ökosystemtypen und -potentialen und ihre Bedeutung für die Planung. In: Landschaft + Stadt, 22, 3, S. 84–87.
- [7] *Zonneveld I.S.* (1979): Land Evaluation and Land(scape) Science. Enschede, Holland, International Training Center (ITC).
- [8] *Seger, M. u. P. Mandl* (1994): Satellitenbildinterpretation und ökologische Landschaftsforschung. Ein konzeptiver Ansatz und die Fallstudie Peloponnes. In: Erdkunde 48/2, S. 34–47.
- [9] *Seger, M.* (1987): Die Landschaftselemente der Nationalparkregion Hohe Tauern. Eine landschaftsökologische Raumgliederung nach Farbinfrarot-Orthofotokarten im M 1:10.000. Erläuterungen zum Kartenwerk „Landschaftselemente“. In: ÖBIG (Hrsg.): Nationalpark Hohe Tauern-Infrarot-Orthofotokarte und Bildanalyse für die Landschaftsplanung, 18 S., Verlag Frick-Man, Wien.
- [10] *Messerli, P.* (1986): Modelle und Methoden zur Analyse der Mensch-Umwelt-Beziehungen im alpinen Lebens- und Erholungsraum: Erkenntnisse und Folgerungen aus dem Schweiz. MAB-Programm 1979-1985 (= Nat. Forschungsprogramm d. Schweiz. Nationalfonds, Nr. 25).
- [11] *Schaller J.* (1985): Anwendung Geographischer Informationssysteme an Beispielen landschaftsökologischer Forschung und Lehre. In: Verhandlungen d. Ges.f. Ökologie (Bremen 1983), S. 443–464.

Anschrift des Autors:

Univ.Prof. Dr. Martin Seger: Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Klagenfurt, Universitätsstraße 65-67, A-9020 Klagenfurt. email: martin.seger@uni-klu.ac.at



Vermessung von Massenrohstoff-Abbauen mittels hochauflösender Fernerkundungsdaten

Sebastian Pfeleiderer und Gerhard Letouzé-Zezula, Wien

Zusammenfassung

Die Vermessung von Abbaustätten mit Hilfe von hochauflösenden Fernerkundungsdaten wird am Beispiel einer Kiesgrube im Wiener Becken demonstriert. Über drei Jahre hinweg werden die Abbaufortschritte in Fläche und Volumen bestimmt. Geocodierte Luftbilder und IKONOS-Satellitendaten dienen als Grundlage zur Planimetrierung im geographischen Informationssystem (GIS). Zusammen mit Abbautiefen, die einerseits aus Vermessungsplänen entnommen, andererseits aus Schattenlängen berechnet sind, werden Abbauvolumen ermittelt. Der Vergleich mit Firmenangaben zeigt gute Übereinstimmung zwischen tatsächlichen und mittels Fernerkundung abgeleiteten Daten. Die Abweichungen betragen =1% für längere Zeitintervalle und 6% für kurze Zeitabschnitte.

Abstract

Air photos and satellite data with high ground resolution have been used to determine area and volume of a gravel pit over the last three years. The images are imported into a geographic information system (GIS) to measure the surface area. Information about depth comes from geodetic surveys as well as from calculations using the length of shadows of the pit walls. Comparison with data provided by the gravel pit owner shows good agreement between real and modelled volumes. Deviations amount to =1% for long time periods and 6% for short intervals.