



Ein flächendeckendes Landnutzungsmodell von Österreich aus Fernerkundungsdaten

Klaus Steinnocher ¹

¹ *Abteilung Umweltplanung, Forschungszentrum Seibersdorf, 2444 Seibersdorf*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **84** (1), S. 44–47
1996

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Steinnocher_VGI_199611,  
Title = {Ein flächendeckendes Landnutzungsmodell von Österreich aus  
Fernerkundungsdaten},  
Author = {Steinnocher, Klaus},  
Journal = {VGI -- Österreichische Zeitschrift für Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {44--47},  
Number = {1},  
Year = {1996},  
Volume = {84}  
}
```



Unter Verwendung von Landsat TM Daten und eines Höhenmodells werden die Satellitendaten geometrisch entzerrt, in der Folge auf Negativ abgespielt und auf Farbphotopapier im Maßstab 1:100,000 vergrößert. Nach Hochzeichnung der Bodenbedeckung bzw. Landnutzung auf eine Transparentfolie, wobei die kleinste zu kartierende Einheit 25 ha beträgt, und Setzung eines Codes nach der CORINE Landcover Nomenklatur wird die Linienfolie gescannt und digital nachbearbeitet. Um eine optimale Übersicht über die Auswertungen zu gewährleisten, werden diese analog zum ÖK50 Blattschnitt aufgeteilt und abgespeichert.

4. Bewertung der Interpretationsresultate

Da die Nomenklatur für das CORINE Landcover Projekt bereits im Jahr 1986 ausgearbeitet wurde, konnte auf österreichische Besonderheiten keine Rücksicht genommen werden. Dies führte im Zusammenhang mit der Projektentwicklung zu Problemen, die im Zusammenwirken mit dem European Topic Centre gelöst werden sollen. Weiters ergaben sich auf Grund des Reliefs und der dadurch entstehenden Licht/Schatten

Bereiche einige Schwierigkeiten hinsichtlich der Erkennbarkeit von Landnutzungen und deren Abgrenzung zueinander. Mit Hilfe von topographischen Karten und Luftbildern konnten diese Probleme teilweise gelöst werden.

5. Schlußbemerkungen

Die im Rahmen des Projektes erhobenen Daten stellen eine wichtige Basisinformation in Bezug auf eine Bodenbilanz dar.

Mit den erfaßten Daten können Veränderungen der Landnutzung registriert werden. Die Verknüpfung der CORINE Auswertungen mit anderen thematischen Datensätzen wie Höhenmodell, schützenswerte Gebiete, Klima, Boden etc. erlauben komplexe Analysen durchzuführen.

Alle 10 Jahre soll eine Revision der CORINE Landcover Datenbank durchgeführt werden und dadurch die Veränderungen der Landnutzung registriert werden.

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Günter Liebel, Mag. Peter Aubrecht, Umweltbundesamt Wien, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien.



Ein flächendeckendes Landnutzungsmodell von Österreich aus Fernerkundungsdaten

Klaus Steinnocher, Seibersdorf

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Erstellung eines flächendeckenden Landnutzungsmodells für Österreich basierend auf Landsat-TM Aufnahmen. Die ausgewiesenen Nutzungsarten basieren auf der Ebene 2 der CORINE land-cover Nomenklatur. Im Gegensatz zum CORINE land-cover Projekt der EU, das auf der visuellen Interpretation von Luft- und Satellitenbildern basiert, wird beim vorliegenden Ansatz eine automationsgestützte Vorgangsweise gewählt. Die Auswertung erfolgt in mehreren Schritten, wobei sowohl spektrale Charakteristika als auch räumliche Muster in den Bilddaten berücksichtigt werden. Das Ergebnis ist ein flächendeckendes Landnutzungsmodell von Österreich im Rasterformat. Die räumliche Auflösung beträgt 100x100m pro Rasterzelle, 15 Landnutzungsklassen werden ausgewiesen.

Abstract

The presented paper describes the establishment of a nationwide land-use model of Austria derived from Landsat-TM data. The land-use classes refer to level 2 of the CORINE land-cover nomenclature. In contrary to the CORINE land-cover project, where landuse is derived from visual interpretation of analogue satellite imagery and aerial photographs, the presented approach applies automated image processing techniques. The classification is performed in several steps, taking into account spectral characteristics as well as spatial patterns in the image data. The result is a raster-model of Austria with a resolution of 100x100m per raster cell, each representing one of 15 land-use classes.

1. Einleitung

Die Kenntnis der räumlichen Verteilung der Landnutzung stellt eine entscheidende Grundlage bei der Bewertung umweltrelevanter Problemstellungen dar. Die bestehenden Landnutzungsmodelle erfüllen nur zum Teil die Anforderungen, die im Sinne einer effizienten Umweltplanung und -kontrolle gestellt werden, nämlich Aktualität, digitale flächendeckende Repräsentation und eine adäquate räumliche sowie thematische Differenzierung der Nutzungsarten. Multispektrale Fernerkundungsdaten werden den genannten Anforderungen gerecht und bieten sich dementsprechend als Datengrundlage für die genannte Problemstellung an.

2. Aufgabenstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Erstellung eines Landnutzungsmodelles, das den Anforderungen an eine Datenbasis für regionale bzw. nationale Modellierungen im Umweltbereich genügt. Da die Ausgangsdaten im Rasterformat vorliegen, wurde für das Modell dasselbe Format gewählt. Als räumlichen Auflösung wurde eine Rastergröße von 100×100 m definiert. Diese Auflösung führt auch bei österreichweiten Modellierungen zu einer noch verwaltbaren Datenmenge (ca 8.4 Megabyte), ohne jedoch relevante Strukturen zu unterdrücken.

durchgängig städtische Prägung	Ackerflächen	Wald
nicht durchgängig städtische Prägung	Weinbauflächen	Felsflächen
Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen	Grünland	Gletscher
Abbauflächen, Deponien, Baustellen	Heterogene landwirtsch. Nutzung	Feuchtf Flächen
Künstliche Grünflächen	Kraut- und Strauchvegetation	Wasserflächen

Tab. 1: Landnutzungsklassen

Um die Kompatibilität mit bestehenden Landnutzungerhebungen zu wahren, wurde die Nomenklatur des CORINE land-cover Programmes der EU als Referenz herangezogen (EC DG XI, 1993). Diese Nomenklatur definiert ein hierarchisches Schema von Landbedeckungs-/nutzungs-klassen in drei Ebenen. Für die vorliegende

Arbeit wurde die Ebene 2 als Grundlage gewählt, die sich aus 15 Landnutzungsklassen zusammensetzt. Der im CORINE Programm empfohlene Maßstab von 1:500.000 für diesen Grad der thematischen Differenzierung entspricht auch der angestrebten räumlichen Auflösung.

Tab. 1 zeigt die gewählten Nutzungsklassen, die zum Großteil der Ebene 2 der CORINE Nomenklatur entsprechen. Die Nutzungsarten Feuchtf Flächen in Küstengebieten und Meeresflächen treten in Österreich nicht auf und werden daher nicht berücksichtigt. Ausnahmen bilden die beiden Klassen städtische Prägung bzw. die Klassen Felsflächen und Gletscher, die der Ebene 3 entnommen sind.

3. Methodik

Die eingesetzte Methodik besteht im wesentlichen aus zwei Verarbeitungsschritten. Zuerst wird eine unüberwachte Klassifikation durchgeführt, die 50 spektrale Klassen ausweist, denen mittels Referenzdaten thematische Inhalte zugeordnet werden. Durch die hohe Auflösung der Ausgangsdaten – 25×25 m – repräsentieren diese Primärklassen Oberflächenbedeckungsformen und nicht zwingend die gesuchten Landnutzungsklassen. Diese können jedoch aus der räumlichen Zusammensetzung der Primärklassen abgeleitet werden. Zu diesem Zweck wurde ein Postklassifikationsalgorithmus entwickelt, der im Zuge von Pilotprojekten ausgetestet und auch im Projekt „Landnutzung für den Mobilfunk“ erfolgreich eingesetzt wurde. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrensablaufes und der eingesetzten Algorithmen findet sich in Steinnocher (1994) und Ecker et al. (1995). Im Gegensatz zu den bisherigen Arbeiten erfordert die vorliegende Zielsetzung aufgrund der feineren thematischen Auflösung ein differenzierteres Vorgehen bei der Postklassifikation, auf das im nächsten Kapitel näher eingegangen wird.

4. Klassifikation

Als Grundlage wird der Datensatz von Orthophotos aus Landsat Thematic Mapper Aufnahmen des Jahres 1991 herangezogen, der im Zuge des Projekts „Landnutzungsdaten für den Mobilfunk“ erstellt worden war (Ecker et al., 1995). Dieses flächendeckende Satellitenbildmosaik von Österreich beinhaltet die Kanäle 1–5 und 7 der Thematic Mapper Aufnahmen und hat eine räumliche Auflösung von 25×25 m pro Pixel.

Da die gesamte Datenmenge im Gigabyte-Bereich liegt, wird der Ausgangsdatensatz in einzelne zusammenhängende Gebiete zerlegt. Diese Stratifizierung basiert auf den räumlichen Mustern von Landschaftskomponenten. So werden z.B. das Waldviertel oder der agrarisch intensiv genutzte Raum östlich von Wien als Bearbeitungsgebiete definiert. Der Vorteil dieser Vorgangsweise besteht in der Aufteilung landschaftlich inhomogener Regionen in homogen genutzte Gebiete, die ähnliche Ausprägungen von Landnutzung aufweisen. Innerhalb eines Bearbeitungsgebietes reduziert sich dadurch die Anzahl der potentiellen Landnutzungsarten und die Zuverlässigkeit der ausgewiesenen Klassen steigt. Da eine scharfe Abgrenzung der Bearbeitungsgebiete thematisch nicht sinnvoll möglich ist, werden Überlappungsbereiche definiert, die von mindestens zwei Bearbeitungsgebieten abgedeckt werden. Diese Bereiche dienen zugleich als Kontrolle, ob die Klassifikationen benachbarter Gebiete idente Ergebnisse aufweisen.

Jedes Bearbeitungsgebiet wird einer unüberwachten Klassifikation unterworfen. Da bei diesem Ansatz die Klassen nicht a priori definiert, sondern aus den Daten abgeleitet werden, besteht die Möglichkeit, daß spektral ähnliche Bedeckungsarten in eine Klasse fallen. Um auch in diesen Fällen eine Klassentrennung durchführen zu können, wird als zusätzliche Informationsebene der normalized differential vegetation index berechnet und mit dem Klassifikationsergebnis verschnitten. Danach erfolgt die Zuweisung der Oberflächenbedeckungsklassen anhand der ÖK 50 und, soweit verfügbar, anhand analoger KFA-1000 Aufnahmen aus dem Projekt AUSTRO-MIR. Das Ergebnis dieses Arbeitsschrittes repräsentiert die Oberflächenbedeckung des Bearbeitungsgebietes anhand sogenannter Primärklassen.

Der Postklassifikationsalgorithmus analysiert nun die Zusammensetzung dieser Primärklassen innerhalb einer lokalen Umgebung. Die Zuordnung der gesuchten Landnutzungsklassen erfolgt über ein hierarchisches Regelsystem, das interaktiv erstellt wird. Neben den Regeln, die den thematischen Kontext repräsentieren, sind zwei räumliche Parameter entscheidend für die Postklassifikation. Zum einen ist dies die Größe der untersuchten Umgebung, also die Anzahl der Bildelemente, die zur Analyse herangezogen werden. Wählt man eine kleine Umgebung, so werden nur hochfrequente Muster erkannt, mit zunehmender Größe werden niedrigfrequente Muster dominanter und bewirken eine stärkere Generalisierung. Das Maß der Generalisierung kann

auch über die Pixelgröße des postklassifizierten Bildes gesteuert werden. So kann z.B. eine 8×8 Umgebung auf die mittleren 4×4 oder 2×2 Pixel abgebildet werden (Steinnocher 1994).

Bei der vorliegenden Arbeit wurde die Postklassifikation in zwei Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt werden nur die künstlichen Oberflächen (Tab. 1 linke Spalte), Wald und Wasser extrahiert, wobei eine lokale Umgebung von $200 \times 200\text{m}$ herangezogen wird. Die Ausweisung der übrigen Flächen erfolgt auf einem höheren Generalisierungsniveau. Dazu werden die bereits postklassifizierten Gebiete aus der Primärklassifikation ausmaskiert, und die übrigen Flächen mit einer Umgebung von $400 \times 400\text{m}$ analysiert. Diese Vorgangsweise erlaubt es, bei landwirtschaftlicher Nutzung, natürlicher Vegetation und natürlichen vegetationslosen Flächen dominante Verteilungsmuster zu erkennen, und trotzdem kleinräumige Strukturen von bebautem Gebiet, Wald- oder Wasserflächen zu erhalten. Die Größe der Bildelemente im Ausgabebild beträgt in beiden Fällen $100 \times 100\text{m}$.

Im Anschluß an die Postklassifikation wird der Ergebnislayer noch einem Glättungsalgorithmus unterworfen, der die Unterdrückung punktuell auftretender Fehlklassifikationen bewirkt. Als Ergebnis liegt nun das geforderte Landnutzungsmodell vor (siehe Abbildung Titelseite, Legende dazu auf Seite 27).

5. Das Landnutzungsmodell

Das erstellte Modell weist 15 Landnutzungsklassen aus, auf die im folgenden näher eingegangen wird. Durchgängig städtische Prägung beschreibt dicht bebaute Gebiete, wie sie im Zentrum größerer Städte vorkommen. Sobald die Bebauung signifikant durch Grünflächen unterbrochen ist, wird die Klasse nicht durchgängig städtische Prägung zugeordnet. Die Klasse Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen zeichnet sich durch große Gebäude und offene Flächen aus, die einen hohen Versiegelungsgrad aufweisen. Eine ähnlich spektrale Charakteristik weisen Abbauflächen, Deponien und Baustellen auf, so daß bei dieser Klasse in einzelnen Fällen eine interaktive Nachbearbeitung notwendig war. Die Klasse Künstliche Grünflächen umfaßt in erster Linie städtische Grünanlagen, sofern sie eine ausreichende Größe aufweisen.

Die Klasse Wald wird all jenen Gebieten zugeordnet, in denen Waldflächen dominant auftreten. Kleine Baumgruppen und Einzelbäume wer-

den nicht ausgewiesen. Wasserflächen beinhalten fließende und stehende Gewässer.

Da die bisher beschriebenen Klassen aus einer 200 × 200 m Umgebung extrahiert wurden, ist ihre räumliche Abgrenzung gegenüber benachbarten Klassen unter Berücksichtigung der gegebenen Auflösung als scharf anzusehen. Es ist jedoch zu beachten, daß durch die Auflösung von 100 × 100 m im Übergang zwischen zwei Klassen unweigerlich Mischpixel auftreten. Hierbei entscheidet grundsätzlich die Majorität der Primärklassen (> 50%). Die erwartete Lagegenauigkeit der Klassengrenzen liegt also in der Größenordnung von 100 m. Eine Ausnahme stellen Wasserflächen dar, die bereits ab 40% als dominant definiert wurden. Der Grund dafür liegt in der linearen Natur von Fließgewässern, die sonst in zu hohem Maße eliminiert würden, da lineare Strukturen erst ab einer Breite von mehr als 100 m ausgewiesen werden.

Bei den restlichen Klassen handelt es sich um offenes Gelände, das mit einem höheren Generalisierungsniveau bearbeitet wurde. Bereits klassifizierte Bereiche bleiben dabei unberücksichtigt. Durch das räumlich höhere Aggregationsniveau von 400 × 400 m werden Kleinstrukturen nicht mehr erkannt, sondern nur flächig dominante Bereiche klassifiziert. Die Klassen Ackerflächen, Weingarten und Grünland werden überall dort ausgewiesen, wo die jeweilige Nutzungsart über 70% auftritt. Ist in landwirtschaftlich genutzten Gebieten keine der drei Nutzungen dominant, wird die Klasse heterogene landwirtschaftliche Nutzung zugeordnet. Diese Klasse kommt auch zum Tragen, wenn landwirtschaftliche Nutzung mit naturnahen Flächen durchsetzt ist.

Kraut- und Strauchvegetation beschreibt Flächen mit natürlicher Vegetation, vorwiegend im Hochgebirge, die keiner landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen. Bereiche mit spärlicher bis keiner Vegetation im Hochgebirge und blanker Fels sind in der Klasse Felsflächen erfaßt. Gletscher und Dauerschneegebiete fallen in die Klasse Gletscher. Die Klasse Feuchtfleichen repräsentiert nicht bewaldete, feuchte Flächen.

6. Ausblick

Das beschriebene Modell steht als Datengrundlage für ein GIS zur Verfügung. Zur Zeit wird durch Verschneidung mit zusätzlichen Informationslayern die thematische Differenzierung der Landnutzung verfeinert, wobei, soweit möglich, die räumliche Auflösung des Modells von 100 × 100 m erhalten wird. Als zusätzliche Datenlayer stehen der Feuchtfleichenkataster, ein Gewässernetz und das Netzwerk der Bundesstraßen zur Diskussion.

Um die Qualität des Landnutzungsmodelles zu überprüfen, werden die Ergebnisse mit Ausschnitten aus der am Umweltbundesamt erstellten CORINE land-cover Kartierung verglichen (Liebl und Aubrecht, 1996). Diese Landnutzungs-kartierung entsteht durch visuelle Interpretation von analogen Satelliten- und Luftbildern. Sowohl die räumliche als auch die thematische Auflösung dieser Kartierung sind höher als beim vorliegenden Projekt, allerdings beträgt der Aufwand einer solchen Vorgangsweise ein Vielfaches im Vergleich zur vorgestellten automatischen Verarbeitung. Das Ziel des vorliegenden Projektes bestand daher nicht zuletzt auch in der Demonstration der Vorteile und Grenzen einer rechnergestützten Erstellung eines Landnutzungsmodelles aus Fernerkundungsdaten.

Literatur

- [1] *EC DG XI (Hrsg.)* (1993): EUR12585 – CORINE land cover project – Technical guide. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- [2] *Ecker R., Kalliany R. und Steinnocher K.* (1995): Fernerkundung für die Planung eines Mobilfunknetzes. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation. Vol. 83, Nr. 1+2, pp. 14 – 25.
- [3] *Liebl G. und Aubrecht P.* (1996): Das CORINE land-cover Projekt der EU. Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation. Vol. 84, Nr. 1, (in Druck).
- [4] *Steinnocher K.* (1994): Methodische Erweiterung der Landnutzungs-klassifikation und Implementierung auf einem Transputernetzwerk. Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft 40, Technische Universität Wien.

Anschrift des Autors:

Dr. Klaus Steinnocher, Abteilung Umweltplanung, Forschungszentrum Seibersdorf, 2444 Seibersdorf.