

Satellitenbildaufzeichnungen zur Gewinnung von Flächennutzungsdaten

Seit 1972 umkreisen Erderkundungssatelliten die Erde, um mit den Verfahren der Fernerkundung — also der Datengewinnung mittels Energie im elektromagnetischen Spektrum — Informationen über die Erdoberfläche zu erhalten. Es handelt sich dabei um Informationen, die bislang mit den Methoden der Luftbildauswertung — Photogrammetrie und Luftbildinterpretation — erschlossen wurden.

In der Bundesrepublik Deutschland stehen Daten von den in Tabelle 1 aufgeführten Erderkundungssatelliten im engeren Sinne (meteorologische Satelliten werden hier außer Betracht gelassen) zur Verfügung.

Landsat-MSS-, Landsat-TM- und Spot-HRV-Daten liegen in digitaler Form vor und lassen sich daher mit geeigneten EDV-Geräten auf vielfältigste Weise verarbeiten. Die von dem russischen Satelliten Sojus aufgenommenen Bilder dagegen sind herkömmliche photographische Produkte. Auf sie wird im folgenden nicht weiter eingegangen.

Mit den Mitteln der digitalen Bildverarbeitung wird versucht, radiometrisch homogene Land- und Wasseroberflächen

zu klassifizieren und aus dem Ergebnis solcher Klassifizierungen Landnutzungskarten abzuleiten.

Aus einer Flut von Veröffentlichungen zu diesem Themenkreis seien hier nur drei wichtige Arbeiten erwähnt, die von der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR) betreut bzw. in der BfLR publiziert wurden:

- Auswertung von Satellitenaufnahmen zur Gewinnung von Flächennutzungsdaten. Schriftenreihe "Raumordnung" des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 06.039, 1979. In dieser Arbeit wurde ein Musterblatt einer Landnutzungskarte auf der Grundlage der Topographischen Übersichtskarte 1 : 200 000 (TÜK 200) erarbeitet. Unter Verwendung von zwei Landsat-MSS-Szenen mit den jeweils vier Spektralkanälen 500-600, 600-700, 700-800 und 800-1 100 nm konnten die folgenden Nutzungsarten kartiert werden: Siedlungsflächen, locker bebaut; Siedlungsflächen, dicht bebaut; Nadelwald; Laubwald; Grünanlagen/Grün- und Gartenland; Ackerland; Weinbauflächen; Gewässer; nicht klassifizierte Flächen.
- Itten, Klaus I.: Großräumige Inventuren mit Landsat-Erderkundungssatelliten. = Fernerkundung in Raumordnung und Städtebau, Heft 15, 1980. Diese am Geographischen Institut der Universität Zürich entstandene Habilitationsschrift stellt die Methoden der digitalen Verarbeitung ebenfalls von Landsat-MSS-Daten (s.o.) an Beispielen aus der Schweiz dar und zeigt, wie diese Daten für die Erstellung von thematischen Karten zur Landnutzung verwendet werden können.
- Quiel, Friedrich: Landnutzungskartierung mit Landsat-Daten. = Fernerkundung in Raumordnung und Städtebau, Heft 17, 1986. Diese Arbeit entstand ebenfalls als Habilitationsschrift (TU Karlsruhe, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung). Im Mittelpunkt stehen die multispektralen Klassifizierungsverfahren, mit denen das ganze Land Baden-Württemberg nach folgenden Nutzungsarten kartiert werden konnte: Laubwald; Mischwald; Nadelwald; Wein/Obst, Grünland/Ackerfrüchte vor der Reife; Äcker/vegetationsfreie Flächen und reife Ackerfrüchte; Siedlung mit lockerer Bebauung; Siedlung mit dichter Bebauung/Ortskerne; Industrieflächen; Gewässer. Die Karte liegt in der Arbeit im Maßstab 1 : 1 Mio. vor, sie wurde an anderer Stelle im Maßstab 1 : 200 000 auch als Wandkarte erstellt.

Tabelle 1:
Erderkundungssatelliten LANDSAT, SPOT und SOJUS mit Aufnahmesystemen

Satellit	Aufnahmesystem	Spektralbereich in nm	Anzahl der Kanäle	Geometr. Auflösung (Bodenelement)
LANDSAT-4 und LANDSAT-5	Multispektralscanner (MSS)	500 — 1 100	4	80 m x 80 m
	Thematic Mapper (TM)	450 — 12 500	7	30 m x 30 m
SPOT	HRV (High Resolution Visible)			
	P-Mode (panchromatisch)	510 — 730	1	10 m x 10 m
	XS-Mode (multispektral)	500 — 890	3	20 m x 20 m
SOJUS	KFA (Photogrammetr. Kamera)	570 — 810	2	5 m x 5 m bis 10 m x 10 m

Abbildung 1:
*Bonn und Umgebung aus dem Weltraum. Ausschnitt aus der Landsat-TM-Szene 196/25 vom 30.7.1984;
Farbkomposite aus den Spektralkanälen 4, 5 und 3 mit der Farbzunordnung Rot, Grün, Blau.
Erstellt mit dem digitalen Bildverarbeitungssystem der BfLR.*

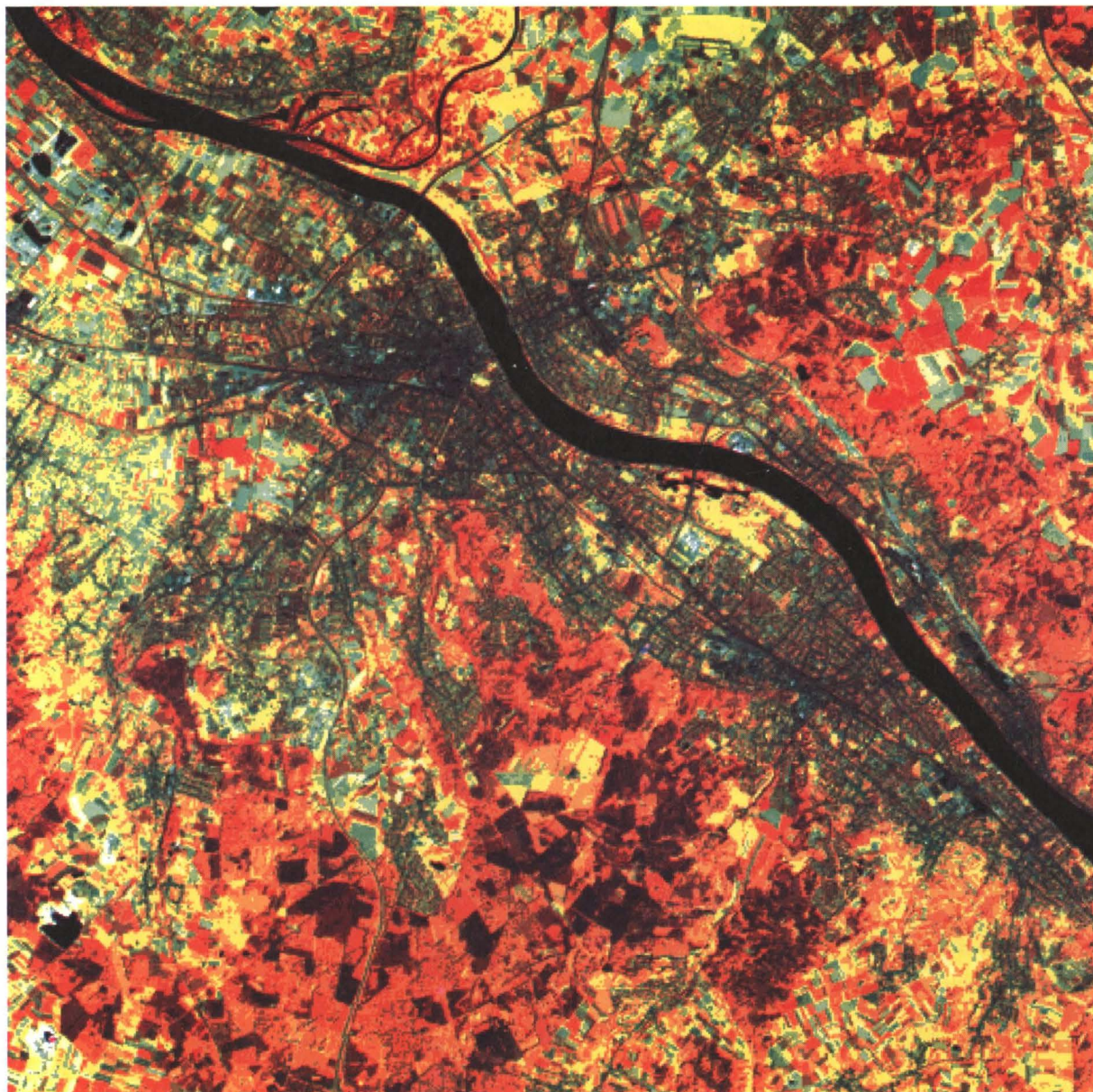
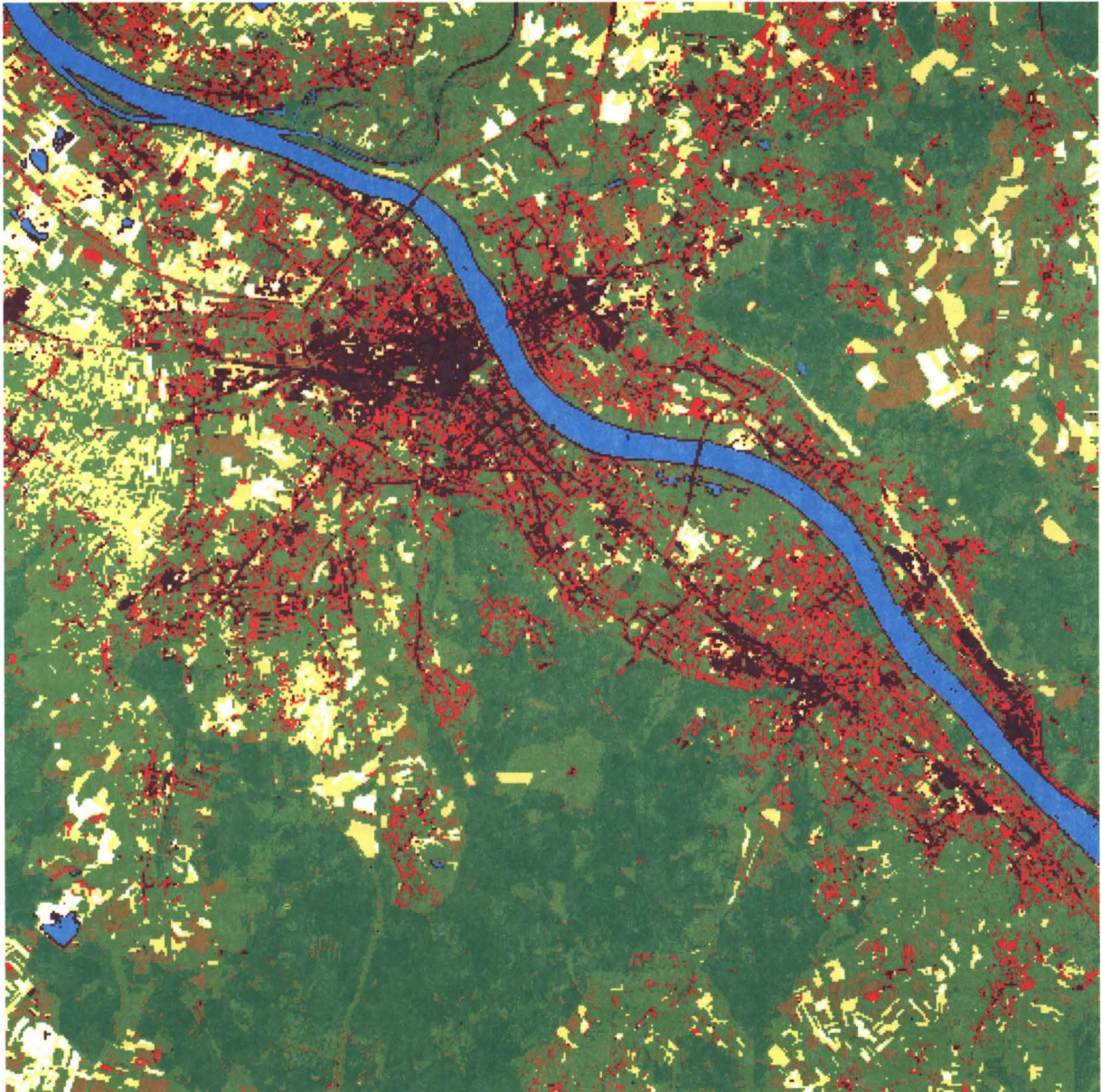


Abbildung 2:
Versuch einer Landnutzungskartierung mit Landsat-TM-Daten. Aufnahmedaten wie bei Abbildung 1.
Rot = Siedlung und andere versiegelte Flächen, Grün = Wald, Hellgrün = Grünland,
Gelb = Acker, Hellgrau = vegetationslose Flächen, Blau = Wasser.
Erstellt mit dem digitalen Bildverarbeitungssystem der BfLR.



Die BfLR ist im Rahmen ihres Informationssystems der "Laufenden Raumbearbeitung" an sog. geometrischen Daten interessiert; bislang enthält die Laufende Raumbearbeitung nur regionalstatistische Daten (in der Regel auf der Basis der Stadt- und Landkreise). Zu den geometrischen Dateien gehören auch Flächennutzungsdaten, die — wie gezeigt — z.T. mit Fernerkundungsverfahren gewonnen werden können.

Ein Eigenforschungsprojekt der BfLR, das Ende 1988 begonnen wurde, befaßt sich schwerpunktmäßig mit der Kartierung von bebauten Gebieten und deren Differenzierung nach Dichte und Art. Wie vielfältig solche Flächen sein können, sei anhand einer Auflistung aus einem von der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung und dem Statistischen Bundesamt erarbeiteten Nutzungsartenkatalog (vgl. BfLR/StBA: Systematik der Bodennutzungen. — Wiesbaden, 1. Juli 1987) demonstriert:

- 1 Baulich geprägte Flächen und Versorgungsflächen
 - 11 Wohnflächen
 - 111 Wohnen in offener, niedriger Bebauung
 - 112 Wohnen in geschlossener, niedriger Bebauung
 - 113 Wohnen in offener, hoher Bebauung
 - 114 Wohnen in geschlossener, hoher Bebauung
 - 115 Wohnen in Hochhausbebauung
 - 12 Flächen mit gemischter baulicher Nutzung
 - 121 Gemischte bauliche Nutzung städtischer Prägung
 - 122 Gemischte bauliche Nutzung ländlicher Prägung
 - 13 Flächen von Einzelanwesen
 - 131 Landwirtschaftliche Einzelanwesen
 - 132 Sonstige Einzelanwesen
 - 14 Industrie- und Gewerbeflächen
 - 141 Industrie
 - 142 Einkaufszentren
 - 143 Sonstige Gewerbe
 - 144 Lagerflächen
 - 15 Flächen besonderer baulicher Prägung
 - 151 Verwaltung
 - 152 Gesundheit
 - 153 Bildung, Forschung und Kultur
 - 154 Sicherheit und Ordnung
 - 155 Wochenend- und Ferienhausbebauung
 - 156 Sonstige baulich geprägte Flächen

Am Beispiel eines Testgebietes von rund 15 km x 15 km (Großraum Bonn) soll versucht werden, möglichst viele dieser Nutzungsklassen aus Landsat-TM- und SPOT-HRV(P)-Daten zu kartieren.

Im Rahmen des Eigenforschungsprojekts wurde die Gelegenheit genutzt, ein digitales Bildverarbeitungssystem zu entwickeln, das die im Hause vorhandene EDV-Hardware und z.T. auch einen Teil der für kartographische Zwecke entwickelten Software nutzt. Die zur Zeit vorliegende Version des Programmpakets IMPROC enthält Programme zum Einlesen der Bilddaten von den auf CCTs (Computer Compatible Tape) gespeicherten Bildszenen, zur Selektion von Spektralkanälen, zur statistischen Analyse der Bilddaten, zur geometrischen Entzerrung von Bildszenen und zur Klassifizierung von Objektklassen, um nur die wichtigsten zu nennen.

Zur Erzeugung eines Übersichtsbildes dient ein Programmmodul, mit dem ein dreikanaliges (Pseudo-)Farbbild auf einem Bildschirm oder einem Drucker bis zur Größe von 80 cm x 80 cm ausgegeben werden kann. Abbildung 1 ist ein Beispiel

für eine solche Bildausgabe. In diesem Fall wurde ein Ausschnitt von 512 x 512 Bildelementen der Landsat-TM-Szene 196/25 vom 30.7.1984 gewählt. Es handelt sich um eine RGB(Rot-Grün-Blau)-Einfärbung der Kanäle 4, 5 und 3 (in dieser Reihenfolge). Wegen der Dominanz des Infrarotbereiches erscheinen Wasserflächen, die die langwellige Strahlung stark absorbieren, in der Regel tiefschwarz. Lebendes Blattgrün dagegen reflektiert die Infrarotstrahlung sehr stark, so daß solche Flächen — also Wald und Grünland sowie zu diesem Zeitpunkt (30. Juli) noch grüne Ackerflächen — in unterschiedlichen Rot- und Gelbtönen wiedergegeben werden. In Grün- und Blautönen erscheinen vegetationsfreie Flächen, wie z.B. abgeerntete Äcker und versiegelte Flächen. Je stärker der Versiegelungsgrad, desto dunkler wird das Blaugrün, das schließlich in ein dunkles Violett umschlägt. In den Innenstadtbereichen von Bonn und Bad Godesberg ist dies besonders deutlich zu sehen.

Die Wiedergabe in dieser Abbildung ist so gewählt worden, daß alle Objektklassen in etwa gleich behandelt wurden. Man kann bestimmte spektrale Signaturen stärker herausarbeiten, indem man partiell den Kontrast verstärkt. So würde zum Beispiel bei einer Einteilung der radiometrischen Werte in engere Klassen der Siedlungsbereich wesentlich differenzierter wiedergegeben — allerdings unter gleichzeitigem Informationsverlust in den land- und forstwirtschaftlichen Flächennutzungen.

Während in Abbildung 1 die Topographie möglichst differenziert erhalten bleiben sollte, wurde in Abbildung 2 mit Hilfe eines anderen Programmoduls der Versuch unternommen, bei der Klassifikation so zu generalisieren, daß eher der Eindruck einer thematischen Karte entsteht. Der Siedlungsbereich und sonstige versiegelte Flächen sind je nach Bebauungsdichte in Rottönen dargestellt. Waldflächen erscheinen in dunklem und kräftigem Grün, Wiesen und Weiden in hell- bzw. gelbgrün, Ackerflächen in gelb und vegetationslose Flächen in weiß. Beim Wasser, das üblicherweise blau dargestellt wird, gab es — bedingt durch spektrale Mischsignaturen — einige Fehlklassifizierungen, wie z.B. bei der Sieg (im oberen Teil des Bildes) oder bei einigen Baggerseen (z.B. links unten im Bild).

An dieser Stelle sei bemerkt, daß es sich hier um erste Arbeitsergebnisse aus der Programmtestphase handelt (Stand: Anfang August 1989). Voraussichtlich werden die Programme bis zum Jahresende soweit entwickelt und ausgetestet sein, daß ein detailliertes Handbuch erstellt werden kann und daß die Programme routinemäßig angewendet werden können.

Abschließend soll noch kurz auf einige Anwendungsaspekte der Auswertung von Satellitenbilddaten eingegangen werden. Es wurde gezeigt, daß eine mehr oder weniger grobe Klassifizierung zu einem ersten Entwurf einer Landnutzungskarte führt. In einer solchen Karte werden die einzelnen Nutzungsarten nach Lage, Form und Größe dargestellt.

Die Erfassung der Landnutzung ist kein Selbstzweck, sondern soll wesentliche Eingangsinformationen z.B. für Planungsüberlegungen liefern. Neben der Darstellung von Lage, Form und Größe der Nutzungsarten (s.o.) muß auch deren Verknüpfung mit administrativen, funktionalen, strukturellen und landschaftsökologischen Raumeinheiten möglich sein, so daß ein Daten- und Kartenwerk — also ein geographisches Informationssystem — erstellt werden kann. Die Erstellung solcher Informationssysteme kann durch den

Einsatz der digitalen Bildverarbeitung wesentlich unterstützt werden.

Die Satellitenbilddaten werden sich künftig auch für Zeitreihenuntersuchungen bei Landschaftsveränderungen einsetzen lassen. Als Stichwörter seien hier beispielsweise die "Zersiedlung" und der "Landschaftsverbrauch" genannt. Voraussetzung hierfür ist natürlich die Kontinuität der Datenbeschaffung und Archivierung.

*Dr. Volkmar Kroesch
Bundesforschungsanstalt für
Landeskunde und Raumordnung
Am Michaelshof 8
5300 Bonn 2*

*Stefan Schmitz
Lennéstraße 21
5300 Bonn 1*

*Oliver Maus
Joseph-Roth-Straße 108
5300 Bonn 2*