

Paper-ID: VGI\_199612



## Change Detection in urbanen Räumen

Florian Kressler <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Abteilung Umweltplanung, Forschungszentrum Seibersdorf, 2444 Seibersdorf*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **84** (1), S. 48–51

1996

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

```
@ARTICLE{Kressler_VGI_199612,  
Title = {Change Detection in urbanen R{"a}umen},  
Author = {Kressler, Florian},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {48--51},  
Number = {1},  
Year = {1996},  
Volume = {84}  
}
```





# Change Detection in urbanen Räumen

Florian Kressler, Seibersdorf

## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt, wie eine Change Detection anhand von Satellitendaten, die mit der Spectral Mixture Analysis transformiert wurden, durchgeführt werden kann. Die so gewonnenen Informationen können für die Aktualisierung von bestehenden Datenbeständen herangezogen werden, wodurch, im Vergleich zu konventionellen Methoden, erhebliche Kosten- und Zeiteinsparungen entstehen.

## Abstract

The following paper shows how satellite data, transformed by a spectral mixture analysis, may be used to carry out a change detection. The results may then be used to aid the update of existing data bases, resulting in considerable savings in cost and time, compared to conventional methods.

## 1. Einleitung

Verschiedene Institutionen und Behörden haben den Auftrag, den Ist-Zustand der Umwelt zu erfassen und Veränderungen festzustellen. Landschafts- und Stadtplaner sind vor das Problem gestellt, daß aktuelle Daten oft nur sehr schwer und mit einem erheblichen finanziellen Aufwand erhoben werden können. Die hier vorgestellte Methode soll zeigen, wie es unter Verwendung von Satellitendaten möglich ist, schnell und kostengünstig Veränderungen zu erfassen. Dies wird anhand der Ausweisung von Gebieten in Wien demonstriert, in denen zwischen 1986 und 1991 Bauaktivitäten stattgefunden haben. Damit ist es möglich, existierende Datenbestände rasch und kostengünstig zu aktualisieren, da sich Kontrollen vornehmlich auf die ausgewiesenen Gebiete beschränken können. Die Arbeit gliedert sich in 2 Teile. Der erste beschäftigt sich mit der Transformation des Satellitenbildes durch die Spectral Mixture Analysis (SMA). Der zweite verwendet die Ergebnisse der SMA, um die Change Detection durchzuführen. Zwei Satellitenbilder, die mit dem Landsat TM am 5. Juni 1986 bzw. am 1. Juli 1991 aufgenommen wurden, stehen für diese Arbeit zur Verfügung. Die geometrische Auflösung beträgt  $30 \times 30\text{m}$ . Der Sensor erfaßt reflektierte Strahlung in 6 Spektralbereichen, sogenannten Kanälen, die Teile des sichtbaren Lichts und des Infrarots umfassen.

## 2. Spectral Mixture Analysis

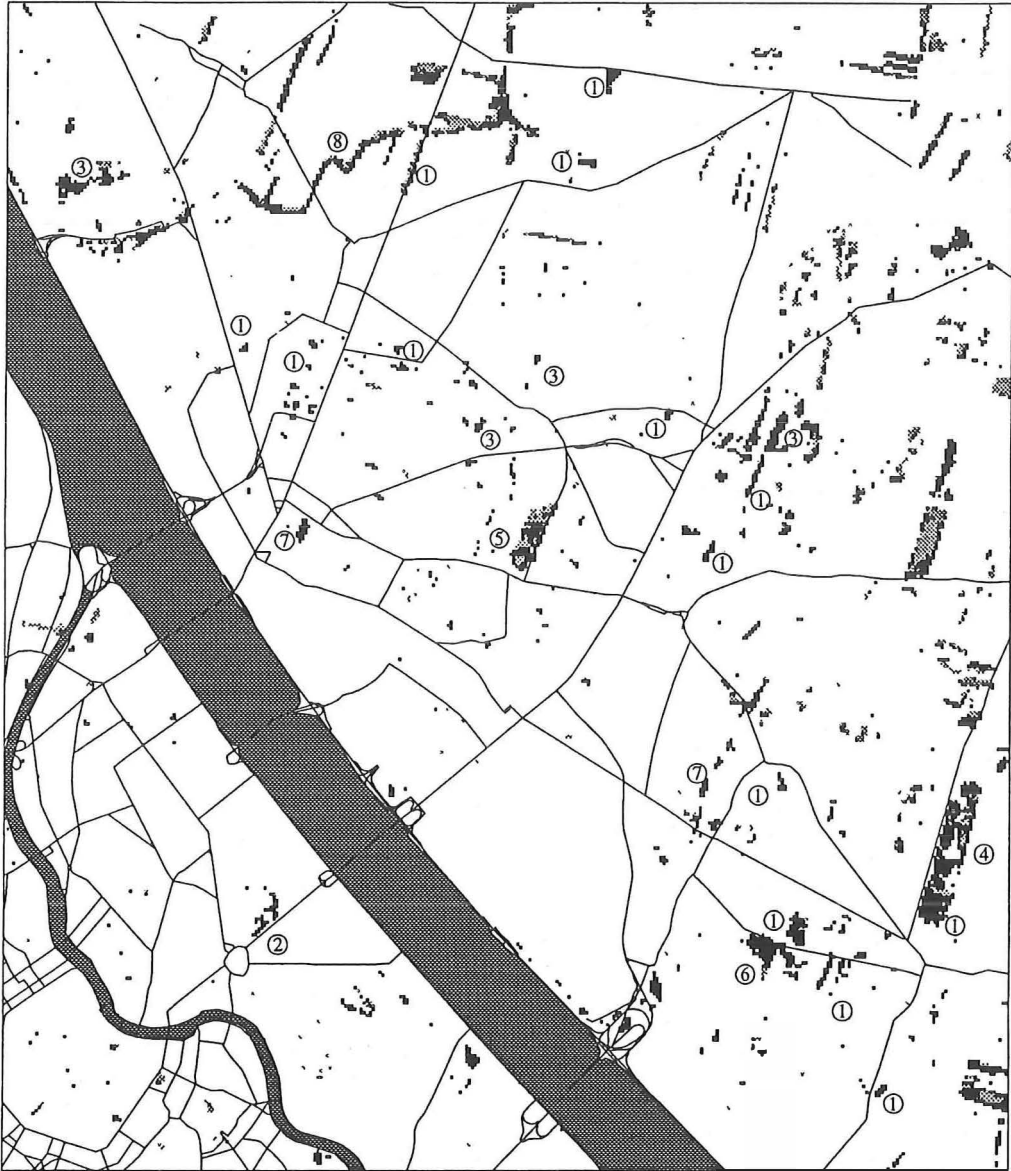
Wegen der Auflösung der Satellitenbilder von  $30 \times 30\text{m}$  je Pixel, kommt in einem Pixel normalerweise mehr als nur eine Oberflächenkompo-




nente vor. Dadurch ist eine eindeutige Zuordnung eines Pixels zu einer bestimmten Klasse nicht immer möglich. Je heterogener ein Gebiet ist, desto schwerer ist eine Analyse, ein Problem, das besonders in Stadtgebieten auftritt. Die SMA erlaubt es, ein Satellitenbild so zu transformieren, daß man als Ergebnis für jedes Pixel die Anteile der verschiedenen auftretenden Oberflächenkomponenten erhält. Die SMA wurde ursprünglich für geologische Fragestellungen herangezogen (Shipman und Adams 1987, Adams und Smith 1986) aber auch erfolgreich in anderen Bereichen eingesetzt. Diese reichen von der Analyse von Sedimentkonzentrationen im Amazonas (Mertes et al. 1993), über die Feststellung von Vegetation in Halbwüsten (Smith et al. 1990) bis zur Analyse von thermalen Infrarotbildern von Death Valley (Gillespie 1992).

Die gesuchten Oberflächenkomponenten werden vor der Analyse durch jeweils ein Pixel definiert, in dem die Bedeckungsart ausschließlich bzw. fast ausschließlich vorkommt. Die spektralen Werte, die diese Pixel aufweisen, werden in den sogenannten Endmembern festgehalten. Die Anzahl der Endmember, die festgelegt werden können, sind durch die Anzahl der spektralen Kanäle begrenzt, in denen das Satellitenbild aufgenommen wurde. Da manche Kanäle miteinander korrelieren, ist normalerweise nicht die maximal mögliche Anzahl von Endmembern notwendig, um ein Bild ausreichend zu erklären. Wenn die Endmember definiert sind, wird das Satellitenbild anhand folgender Formel in die verschiedenen Komponenten aufgespalten (Adams et al. 1989):

$$DN_c = \sum_{n=1}^N F_n \cdot DN_{n,c} + E_c \quad (1)$$

# Verbauungsänderungen 1986 – 1991 in Wien



-  Sichere Verbauungsänderung
-  Mögliche Verbauungsänderung
-  Wasser



0 600 1500m



SEIBERSDORF

Abb. 1: Verbauungsänderungen 1986–1991

Der Grauwert eines Pixels in einem Kanal ( $DN_c$ ) setzt sich aus der Summe der Anteile der verschiedenen Oberflächenkomponenten ( $F_i$ ) zusammen, die durch die Endmemberwerte bestimmt werden ( $DN_{i,c}$ ). Zusätzlich wird noch der Fehlerwert  $E_c$  eingeführt, der für den Grauwertanteil steht, der nicht über die Endmember definiert werden konnte. Die Formel wird für jedes Pixel angewendet. Das Ergebnis besteht aus den sogenannten Fraction Images, eines für jeden Endmember. Die Fraction Images zeigen den Anteil, den der jeweilige Endmember in jedem einzelnen Pixel hat.

Die beiden vorliegenden Satellitenbilder sind unabhängig voneinander analysiert worden. Um die Bilder zu erklären wurden drei Endmember definiert, die für Vegetation, Verbauung und Wasser stehen. Für jede dieser Bedeckungsarten wurde in jedem Image ein Pixel gesucht, das die jeweilige Komponente möglichst gut repräsentiert. Das Ergebnis der anschließend durchgeführten Analyse besteht aus 2 Fraction Images je Endmember, eines für 1986 und eines für 1991. Diese werden im nächsten Abschnitt für die Change Detection herangezogen.

### 3. Change Detection

Ziel der Change Detection ist es, die Zunahme der Verbauung zwischen 1986 und 1991 in Wien festzustellen. Im ersten Schritt wird die Differenz zwischen dem Fraction Image für Verbauung 1986 und dem Fraction Image für Verbauung 1991 gebildet. All jene Pixel, die eine positive Differenz haben, weisen damit auf eine Verbauungszunahme hin. Da die Trennung von Gebäuden und landwirtschaftlichen Flächen, die einen hohen Anteil an sichtbarer Erde aufweisen, nicht immer eindeutig möglich ist, wird zur besseren Unterscheidung zusätzlich das Fraction Image für Wasser 1991 herangezogen. Es hat sich gezeigt, daß die Pixel, die aufgrund der Differenzberechnung auf eine Verbauungszunahme schließen lassen, aber gleichzeitig einen sehr niedrigen Wert im Wasser Fraction Image haben, mit hoher Wahrscheinlichkeit unter landwirtschaftliche Flächen fallen.

Um die Ergebnisse zu visualisieren, wurde ein Gebiet im NO Wiens gewählt (Abb. 1). Dies ist ein Stadterweiterungsgebiet und eignet sich daher sehr gut für die Demonstration der Methode. Zur besseren Orientierung wurde ein Teil des Straßennetzes über das Ergebnis gelegt. Grau sind jene Pixel, die sowohl einen hohen positiven Differenz bei der Verbauung als auch einen sehr

niedrigen Wert im Fraction Image für Wasser 1991 aufweisen. Diese Pixel lassen daher landwirtschaftliche Flächen vermuten. Die schwarzen Pixel haben nur eine hohe positive Differenz bei den Fraction Images für Verbauung und stellen damit Verbauungszunahmen dar.

Um die Richtigkeit der Ergebnisse zu überprüfen wurde ein Ground-Truthing durchgeführt. Die in der Natur verifizierten Veränderungen der Change-Detection-Karte sind in Tabelle 1 durch Zahlen gekennzeichnet. Jede Zahl korrespondiert mit einer bestimmten Art der Verbauungszunahme, die der Tabelle 1 entnommen werden kann.

1,10-11, 13	Industriegebiet
2	Marchfeldkanal in Bau
3-9, 12, 14, 17, 20, 22-23	Wohnhäuser
15	Verwaltung
16	Uni für Veterinärmedizin in Bau
18	Bürobauten
19	Sozialmed. Zentrum Ost
21	Kleingartensiedlung

Tab.: Zunahme der Verbauung von 1986-1991 im NO Wiens

### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellte Methode bietet die Möglichkeit innerhalb einer untersuchten Region diejenigen Gebiete zu erkennen, in denen im Zeitablauf Veränderungen stattgefunden haben. Im Gegensatz zur konventionellen Vorgangsweise, bei der die gesamte Region überprüft wird, reduziert sich damit der Vergleich der beiden Zeitpunkte auf die gefundenen Gebiete. Wird bei der Aktualisierung bestehender Datenbestände diese Methode vorab eingesetzt, sinkt der eigentliche Aktualisierungsaufwand signifikant. Da die Methode selbst weder zeit- noch kostenintensiv ist, ergeben sich in Summe deutliche Einsparungsmöglichkeiten. Dadurch ist auch eine Aktualisierung in kürzeren Zeitabständen möglich, was wiederum zu aktuelleren Datenbeständen führt.

Hochauflösende Satellitenbilder, die in absehbarer Zeit zur Verfügung stehen werden, können zusätzlich herangezogen werden, um mehr Informationen über die Art der Änderungen zu erhalten. Die Anwendungsmöglichkeiten der vorgestellten Methode sind nicht auf Verbauungszunahmen in urbanen Räumen beschränkt, sie kann vielmehr für verschiedenste Fragestellungen eingesetzt werden.

## Literatur:

- [1] Adams, J. B. und Milton O. S. (1986), Spectral Mixture Modeling: A New Analysis of Rocks and Soil Types at the Viking Lander 1 Site, Journal of Geophysical Research, Vol. 91, No. B8, pp 8098 – 8112.
- [2] Adams, J. B., Smith, M. O und Gillespie, A. R. (1989), Simple Model for Complex Natural Surfaces: A Strategy for the Hyperspectral Era of Remote Sensing, Proceedings of IGARSS'89, Vol. I, pp 16 – 21.
- [3] Gillespie, A. R. (1992), Spectral Mixture Analysis of Multispectral Thermal Infrared Images, Remote Sensing of Environment, 42:137 – 145.
- [4] Mertes, L. A. K., Smith, M. O. und Adams, J. B. (1993), Estimating Suspended Sediment Concentrations in Surface Wa-

- ters of the Amazon River Wetlands from Landsat Images, Remote Sensing of Environment, 43:281 – 301.
- [5] Shipman, H. und Adams, J. B. (1987), Detectability of Minerals on Desert Alluvial Fans using Reflectance Spectra, Journal of Geophysical Research, Vol. 92, No. B10, pp 10.391 – 10.402.
- [6] Smith, M. O, Ustin, L. S., Adams, J. B. und Gillespie, A. R. (1990), Vegetation Deserts: I. A Regional Measure of Abundance from Multispectral Images, Remote Sensing of Environment, 31:1 – 26.

## Anschrift des Autors:

Florian Kressler, Abteilung Umweltplanung, Forschungszentrum Seibersdorf, 2444 Seibersdorf.



## Anwendungen der Fernerkundung für die Schneehydrologie

Helmut Rott, Thomas Nagler und Dana-Marie Floricioiu, Innsbruck

## Zusammenfassung

Es wird ein Überblick über Anwendungen satellitengetragener Sensoren zur Erfassung von Ausdehnung und Eigenschaften der Schneedecke gegeben. Ein Verfahren zur Schneekartierung im Hochgebirge wird vorgestellt, das auf multitemporalen SAR Aufnahmen basiert. Das Potential von Schneeanalysen aus SAR-Daten wird anhand einer Fallstudie nachgewiesen, bei der tägliche Abflüsse zufolge Schnee- und Gletscherschmelze berechnet werden.

## Abstract

Possibilities and applications of spaceborne sensors for monitoring extent and properties of the snow cover are discussed. A method for snow mapping in mountain areas by means of multitemporal SAR data is presented. The usefulness of SAR-derived snow maps for runoff modelling is demonstrated based on calculations of daily runoff due to snow- and glacier-melt in an Alpine drainage basin.

## 1. Sensoren zur Erfassung von Schnee und Eis

Für die Erfassung von Schnee und Eis bietet sich eine Vielzahl von Sensoren im Sichtbaren, im Infraroten und im Mikrowellenbereich an. Einige der wichtigsten Sensoren sind in Tab. 1 verzeichnet. Aus Bilddaten des AVHRR auf NOAA-Satelliten mit 1 km räumlicher Auflösung werden seit zwei Jahrzehnten operationell Schneekarten erstellt, die für Klimastudien und für die Modellierung von Schneeschmelz-Abflüssen in großen Einzugsgebieten genutzt werden (Rango, 1986). Für kleinere Einzugsgebiete im Gebirge ist die Auflösung von AVHRR nicht ausreichend. Höher auflösende Systeme im optischen Bereich (Landsat TM, SPOT HRV) sind für die Schneekartierung in Einzugsgebieten ab Größen von einigen Quadratkilometern gut geeignet; Nachteile für operationelle Anwendungen resultieren jedoch aus den zeitlichen Abständen zwischen zwei Aufnahmen, die neben dem Aufnahmezyklus auch

von der Bewölkung abhängen. SPOT HRV und Landsat TM bieten auch gute Möglichkeiten zur Kartierung von Gletschergrenzen und von Schnee- und Eisflächen auf Gletschern. In TM Bildern kann man Schnee und Wolken eindeutig trennen, da das Reflexionsvermögen von Schnee in den Spektralkanälen 5 (1.55–1.75  $\mu\text{m}$ ) und 7 (2.08–2.35  $\mu\text{m}$ ) nur wenige Prozent beträgt, während das Reflexionsvermögen von Wolken hoch ist (Rott and Markl, 1989; Rott, 1994).

Mikrowellen dringen in Schnee und Eis ein und liefern deshalb Information über Eigenschaften des Schneevolumens; außerdem kann man mit Mikrowellensensoren die Erdoberfläche unter allen Wetterbedingungen beobachten. Wegen der starken dielektrischen Verluste von Wasser wird das Reflexions- und Emissionsverhalten der Schneedecke im Mikrowellenbereich wesentlich vom Gehalt an flüssigem Wasser beeinflusst. Bei nassem Schnee dringen die Mikrowellen im C-Band ( $f=5.3$  GHz, SAR auf ERS-1 und RADAR-