



## Klassifikation des Waldzustandes für das Bundesland Kärnten mittels Satellitenbilddaten

Mathias Schardt <sup>1</sup>, Ursula Schmitt <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Digitale Bildverarbeitung, Joanneum Research Graz, Wastiangasse 3, 8010 Graz*

<sup>2</sup> *Institut für Digitale Bildverarbeitung, Joanneum Research Graz, Wastiangasse 3, 8010 Graz*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **84** (1), S. 36–39

1996

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Schardt_VGI_199608,  
Title = {Klassifikation des Waldzustandes f{"u}r das Bundesland K{"a}rnten  
mittels Satellitenbilddaten},  
Author = {Schardt, Mathias and Schmitt, Ursula},  
Journal = {VGI -- {"O}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {36--39},  
Number = {1},  
Year = {1996},  
Volume = {84}  
}
```



hiemit im Prinzip lösbar erscheint, ist für ein operationelles vollautomatisches System noch beträchtliche Entwicklungsarbeit zu leisten. Wenn man aber einige Abstriche in Bezug auf den Grad der Automatisierung toleriert, dann erscheint es durchaus realistisch, schon in naher Zukunft ein entsprechendes Auswerteverfahren verwirklichen zu können.

#### Literatur

[1] *Schneider, W.*: Land use mapping with subpixel accuracy from LANDSAT TM image data. Proc. 25th Int. Symp. on Remote Sensing and Global Environmental Change, Graz, 4-8 April 1993, p. II-155 – II-161.

- [2] *Schneider, W., Bartl, R.*: Physical Models in Remote Sensing Image Understanding: Model Formulation and First Results. In: Solina, F., Kropatsch, W.G.: Visual Modules, Proc. 19th ÖAGM and 1st SDRV Workshop, Schriftenreihe der OCG Band 81, R. Oldenbourg, Wien-München, 1995, p. 59-67.
- [3] *Bartl, R., Schneider, W.*: Satellite Image Registration Based on the Geometrical Arrangement of Objects. In: Proc. European Symposium on Satellite Remote Sensing II, 15-28 September 1995, Paris, France, in Druck.

#### Anschrift der Autoren:

Univ.-Doz. Dr. Werner Schneider, Joachim Steinwendner, Renate Bartl, Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Universität für Bodenkultur Wien.



## Klassifikation des Waldzustandes für das Bundesland Kärnten mittels Satellitenbilddaten

*Mathias Schardt, Ursula Schmitt, Graz*

#### Zusammenfassung

Für das Bundesland Kärnten wurde eine flächendeckende Klassifikation des Waldzustandes aus Satellitenbilddaten durchgeführt. Der Artikel beschreibt wesentliche Aspekte der Datenaufbereitung, der Merkmalsauswahl sowie der Klassifikation unter besonderer Berücksichtigung der radiometrischen Aufbereitung der Satellitenbilddaten sowie der Signaturanalyse.

#### Abstract

A classification of the forest state of Carinthia (Austria) has been performed based on satellite images. The paper describes important aspects of pre-processing, feature selection, as well as classification of the satellite images with special focus on radiometric correction and signature analysis.

### 1. Einleitung

Zur Unterstützung der forstlichen Rahmenplanung des Landes Kärnten wurde mit Hilfe von Satellitenbilddaten eine Waldklassifikation durchgeführt, die den Istzustand der Bestockungsverhältnisse für das gesamte Bundesland festhalten soll. Satellitenbilddaten eignen sich besonders gut für diese Aufgabenstellung, da aus ihnen forstliche Parameter abgeleitet werden können, die entweder überhaupt nicht oder nicht in einem geeigneten Maßstab durch Karten oder andere Informationsquellen verfügbar sind. Die Parameter, die durch die Klassifizierung erfaßt werden sollen, sind die aktuelle Waldgrenze, die Zusammensetzung Nadel/Laubwald (4 Klassen), das Baumalter (3 Klassen) sowie die Überschirmung (2 Klassen).

Die Ergebnisse der Klassifizierung sollen später gemeinsam mit anderen Informationen, die

für die forstliche Rahmenplanung benötigt werden, wie digitale Höhenmodelle und geologische Karten, in einem geographischen Informationssystem integriert und zu Planungs- bzw. Analysezwecken kombiniert verarbeitet bzw. verschnitten werden. Die Klassifizierungsergebnisse bieten sich hierbei als aktuellste GIS-Ebene an. Die für die Realisierung dieser Aufgabenstellung durchzuführenden Arbeitsschritte und die verwendeten Methoden werden im folgenden dargestellt.

### 2. Datenvorverarbeitung

Die Auswertung basierte auf Landsat TM Daten, welche flächendeckend und fast wolkenfrei im Zeitraum zwischen 1991 und 1993 verfügbar waren. Zur Optimierung der Klassifizierung waren zunächst verschiedene Vorverarbeitungs-

schritte notwendig, die die geometrische als auch die radiometrische Qualität der Daten verbesserten.

Aufgrund der enormen Höhenunterschiede im untersuchten Gebiet erschien eine atmosphärische Korrektur der Satellitenbilddaten notwendig. Diese wurde auf Basis des LOWTRAN 7 Modells sowie meteorologischer Daten durchgeführt. Die Geokodierung, die eine wesentliche Voraussetzung für die Überlagerung der verschiedenen Satellitenszenen untereinander, die Mosaikbildung sowie die spätere Überlagerung mit ortsbezogener Zusatzinformation im GIS ist, erfolgte unter Verwendung eines digitalen Höhenmodells mittels des am Institut entwickelten Softwarepakets RSG (Remote Sensing Software Graz).

Den Einfluß des Reliefs auf die Signatur von Satellitenbilddaten zeigten beispielsweise Untersuchungen von Schardt (1987) anhand von Fichten- und Buchenbeständen im Schwarzwald, deren Ergebnisse für den Kanal TM4 (nahes Infrarot) anhand der Regressionen in Abbildung 1 dargestellt sind.

Zur Minimierung des in Abbildung 1 dargestellten Reliefeinflusses wurden die Satellitenbilddaten einer radiometrischen Korrektur mit Hilfe des Minneart-Korrekturmodells (Colby, 1991) unterzogen. Die dadurch erzielte Normalisierung der topographischen Effekte wird sehr gut ersichtlich in Abbildung 2, in der ein unkorrigierter Bildausschnitt einem radiometrisch korrigierten Bildausschnitt aus dem Bereich Seebachtal (Mallnitz) gegenübergestellt wird.

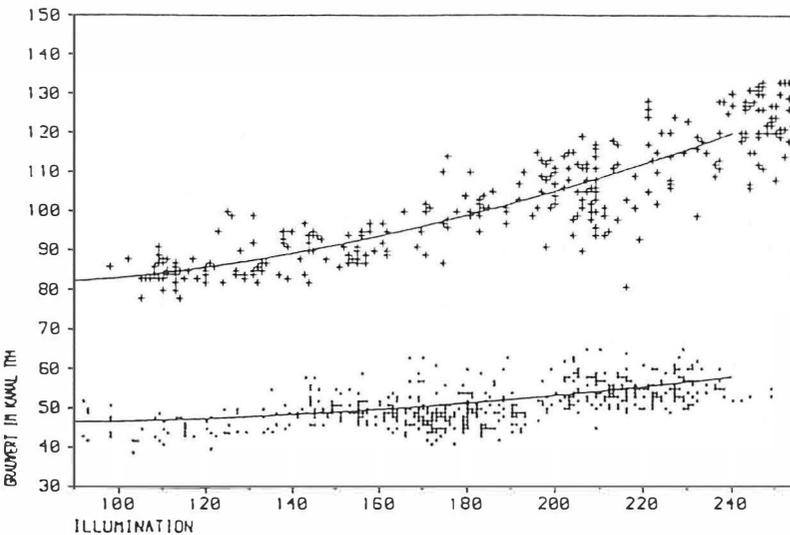


Abb. 1: Abhängigkeit der Signatur geschlossener Buchen- und Fichtenbestände von der Illumination (Beleuchtung) im Kanal TM4 (+ = Buche, · = Fichte).

### 3. Signaturanalyse und Merkmalsauswahl

Zur Beurteilung, inwieweit mit Hilfe der Thematic Mapper Daten die vorgegebene Aufgabenstellung realisierbar ist, wurde im Vorfeld der Untersuchung auf Ergebnisse von Signaturanalysen, die von anderen Untersuchungen vorlagen, zurückgegriffen. Grundsätzlich sind die für die Klassifikation von Waldparametern geeignetsten Merkmale bereits aus der Literatur bekannt (Coenradie, 1992; Horler & Ahern, 1986; Schardt, 1990). Die Spektralbänder TM1 und TM3 haben eine größere Chlorophyllabsorption, daher nimmt die Rückstrahlung mit zunehmender Vegetationsbedeckung in diesen Spektralbereichen ab, während sie in Band TM2 und TM4 zunimmt. Die Bänder TM5 und TM7 sind empfindlicher gegenüber der gesamten Biomasse und dem Blattwassergehalt als gegenüber der grünen Vegetation. Auch hier nimmt die Rückstrahlung mit zunehmender Vegetationsbedeckung ab. Da das Spektralband TM1 aufgrund seiner stärkeren Beeinflussung durch die Atmosphäre weniger geeignet ist und die Korrelation zwischen den beiden Bändern TM5 und TM7 sehr stark ist, ergeben sich die Spektralbänder TM2, TM3, TM4 und TM5 als die besten Merkmale für Waldanwendungen.

Daneben lagen der Auswahl der für die einzelnen Klassifikationen am besten geeigneten Merkmale weitere Untersuchungen, wie die Analyse von Clusterdiagrammen, die Berechnung von Korrelationen (zwischen Waldparametern und es) und die Auswertung der statistischen Ergebnisse von Klassifikationstests mit verschiedenen Merkmalskombinationen zugrunde.

### 4. Klassifikation

Als Grundlage für die digitale Klassifizierung wurden repräsentativ für die zu erhebenden Waldparameter Referenzgebiete aufgenommen, welche für Training sowie Qualitätskontrolle der Klassifikation herangezogen wurden. Die Klassifikation der Waldpara-

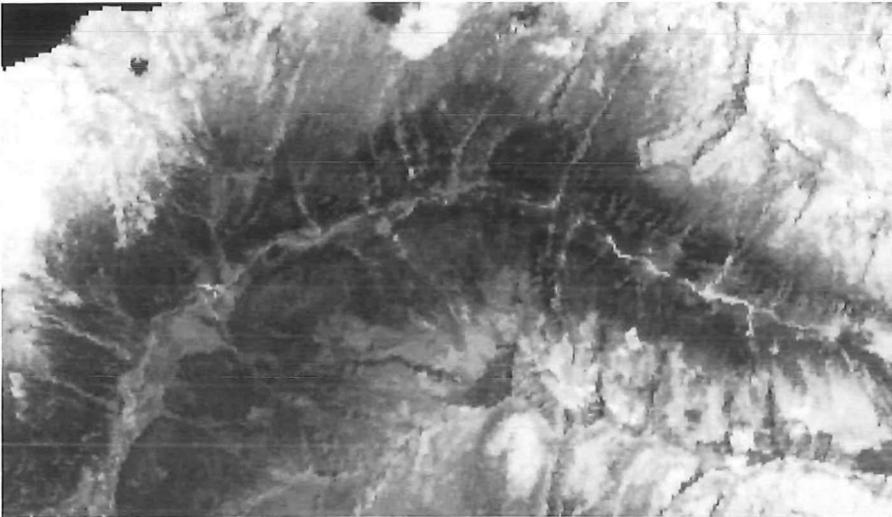
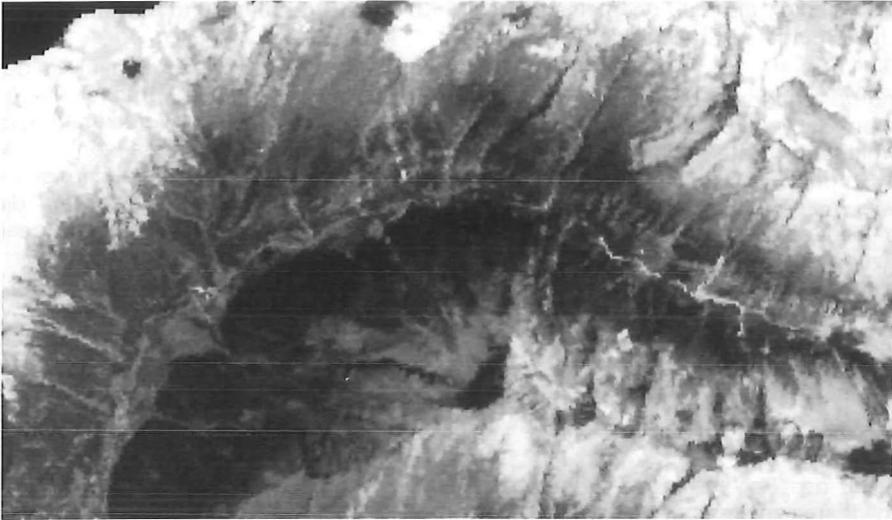


Abb. 2: Normalisierung der topographischen Effekte: a) unkorrigiert, b) radiometrisch korrigiert.

meter erfolgte jeweils separat in vier voneinander unabhängigen Klassifikationen. Vorteil dieses Ansatzes ist, daß speziell für jeden Parameter die geeignetsten Klassifikationsmerkmale gewählt werden können.

Zur Feststellung der aktuellen Waldgrenze, d.h. zur Trennung von Wald- und Nichtwaldgebieten, wurde eine logische Verknüpfung von Schwellwertverfahren in den Spektralbändern TM2 (Trennung von Wald und anderer Vegetation sowie vegetationslosen Flächen) und TM4 (Trennung von Wald und Gewässern) verwendet. Für die Feststellung des Waldtyps und damit die Trennung von Laub- und Nadelwald eignen sich am besten die Bänder TM4 und TM5 als Merk-

male (Schardt, 1990). Aufgrund der berechneten Korrelationen sowie der Ergebnisse verschiedener Klassifikationsversuche wurde jedoch auch das Band TM3 in die Klassifikation miteinbezogen. Auch das Baumalter beeinflusst vor allem die Rückstrahlung in den Bändern TM4 und TM5. Junge, dichte Bestände weisen in Band TM4 eine höhere Rückstrahlung auf, während Altholz generell eine geringere Rückstrahlung hat. Aufgrund besserer Ergebnisse der Testklassifikationen wurden für die Klassifikation jedoch die Merkmale  $TM5_j$  und  $Ratio\ TM4_j/TM3_j$  eingesetzt. Für die Klassifikation der Überschirmung in zwei Klassen (Überschirmung 0–6 und Überschirmung 7–10) erwies sich schließlich eine Zu-

sammenstellung mehrerer Spektralbänder (TM2, TM3, TM4 und TM5) als beste Merkmalskombination.

## 5. Schlußbemerkung

Da die Spektralsignatur der Altersklassen durch den Waldtyp beeinflusst wird und umgekehrt, wäre es sinnvoll, diese Parameter in Abhängigkeit voneinander zu klassifizieren. Aufgrund einer ungünstigen Verteilung der Referenzdaten auf die so definierten Unterklassen war dies jedoch nicht möglich, so daß die Klassifikation von Waldtyp und Baumalter in zwei getrennten Arbeitsschritten erfolgen mußte. Aus denselben Gründen konnten auch weitere Faktoren, wie etwa die Höhenlage oder der Unterwuchs, der vor allem bei geringer Überschr-

mung die Spektralsignatur stark beeinflusst, nicht berücksichtigt werden.

## Literatur

- [1] Coenradie B., 1992: Waldklassifizierung und Totholzkartierung im Nationalpark Bayerischer Wald unter Verwendung von Landsat-TM- und digitalen Zusatzdaten. Diplomarbeit Universität Bonn, 199 S.
- [2] Horler D.N.H., Ahern F.J., 1986: Forestry Information Content of Thematic Mapper Data. Int. J. Remote Sensing, 1986, vol. 7, no. 3, pp 405–428.
- [3] Schardt M., 1990: Verwendbarkeit von Thematic Mapper-Daten zur Klassifizierung von Baumarten und natürlichen Altersklassen. Diss. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 200 S.

## Anschrift der Autoren:

Dr. Mathias Schardt, Mag. Ursula Schmitt, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Joanneum Research, Wastiangasse 6, 8010 Graz.



## Forstliche Planungsgrundlagen aus Luftbildzeitreihen

Wolfgang Kusché, Michael Siegl, Wien

## Zusammenfassung

Die Erfassung der Bestandesentwicklung stellt ein wesentliches Kriterium bei der Planung und Dringlichkeitsreihung von forstlichen Maßnahmen im Schutzwald dar. Durch den Einsatz von historischem Luftbildmaterial kann der Mangel an zuverlässigen terrestrischen Inventurdaten ausgeglichen werden. Die stichprobenweise Erfassung und einzelpunktweise Auswertung von Bodenbedeckungskategorien (Fels, Gras, Jungwuchs, Dicketz/Stangenholz, Altholz und Windwurf) gibt einen sehr guten Einblick in die Entwicklung der einzelnen Bestände.

## 1. Einleitung

„Die Schutzfunktion, das ist insbesondere der Schutz vor Elementargefahren und schädigenden Umwelteinflüssen sowie die Erhaltung der Bodenkraft gegen Bodenabschwemmung und Verwehung, Geröllbildung und Hangrutschung,“ stellt für 30,7% der österreichischen Wälder die „Leitfunktion“ dar (BMLF 1995).

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung dieser Waldbereiche müssen die Planungsgrundlagen erst sukzessive durch spezielle Schutzwaldinventuren aufgebaut werden, da die herkömmlichen Forstinventuren (sowohl die betrieblichen als auch die überregionalen) wenige zuverlässige Daten lieferten. Luftbilder können nun in zweierlei Hinsicht bei der Datenerfassung für Schutzwaldinventuren eingesetzt werden:

- Aktuelles FIR-Luftbildmaterial zur Erfassung von Bestandesdaten (Schutzwaldentwicklungsphasen) und zur Unterstützung der Geländearbeiten.
- Historisches Luftbildmaterial zur Erfassung der Bestandesentwicklung.

## 2. Schutzwaldphasenkartierung aus FIR-Luftbildern

Schutzwaldentwicklungsphasen sind typische Bestandesbilder, die nicht durch ein absolutes Alter oder einen bestimmten Holzvorrat definiert, sondern durch verschiedene Merkmale (standortsbedingte Baumhöhe, Kronenzustand, Kronenschlußgrad, usw.) charakterisiert sind. Die Einteilung der Schutzwaldentwicklungsphasen erfolgte nach den von Mayer-Ott, (1991) angege-