

Einführung in die Fernerkundung

Rudolf Winter und Manfred Keil

Einleitung

Die Satellitenfernerkundung ist jetzt etwa 15 Jahre alt. Bei dieser noch jungen Disziplin werden Eigenschaften der Objekte (Landoberfläche, Ozeane, Atmosphäre) von Sensoren gemessen, die sich auf Satelliten in verschiedenen Höhen befinden. Meßgrößen sind bei optischen Sensoren (Zeilenabtastern) die reflektierte bzw. emittierte Energie der Objekte in verschiedenen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums. Die Messungen werden kleinen Flächen zugeordnet, die als Bildpunkte zusammengesetzt, große Gebiete überdecken. Eine wesentliche Komponente spielt die digitale Bildverarbeitung, mit deren Hilfe diese Bilder zu Informationen verarbeitet werden. Insbesondere kann die Fernerkundung wertvolle Beiträge leisten für die Inventur und Überwachung unserer Umwelt. Als ein Beispiel soll die Waldkartierung im Kartenblatt 1 200 000 Regensburg vorgestellt werden.

Zielsetzung

Die Waldkartierung mit Satellitenbilddaten ist Teil des Forschungsprogrammes „Untersuchung und Kartierung von Waldschäden mit Methoden der Fernerkundung“, welches die DLR zusammen mit Partnern verschiedener Universitätsinstitute und auch der Industrie durchführt. Die Zielsetzung des Gesamtprojektes ist die Auswertung multispektraler digitaler Daten vom Flugzeug und vom Satelliten zur Untersuchung von Waldschäden. Im Projektteil „Waldkartierung mit Satellitendaten“ der Hauptabteilung Angewandte Datentechnik wird eine auf Großflächigkeit angelegte Waldkartierung durchgeführt. Sie soll große Teile Bayerns im Maßstab 1 200 000 abdecken, Hilfestellung zu Fragen der großräumigen Waldinventur leisten und Grundlage zu einer möglichen Waldschadenserfassung sein. Es wurden Daten des Landsat Thematic Mapper verwendet, dessen Haupteigenschaften in Tab. 1 und Tab. 2 zusammengefaßt sind.

Tabelle 1

Hauptmerkmale des Landsat 5 Thematic Mapper

Auflösungselement am Boden	30 m x 30 m 120 m x 120 m
Wiederholungsrate	16 Tage
Flughöhe	705 km
Anzahl der Spektralbereiche	7
Überdeckte Fläche einer Szene:	185 km x 185 km

Die Waldkartierung soll die Hauptklassen Laubwald, Nadelwald und Laub-Nadel-Mischwald umfassen und die Trennung der Baumarten Fichte und Kiefer mit einbeziehen. Darüberhinaus wird der Einfluß verschiedener Bestandsparameter wie Baumartenverteilung, Altersklassen, Mischungs-

formen und Kronenschluß auf die spektralen Signaturen und die Möglichkeiten der Differenzierung nach diesen Bestandsmerkmalen untersucht.

Tabelle 2

Spektrale Auflösung des Landsat 5 Thematic Mapper; Zuordnung der Wellenlänge zu den einzelnen Kanälen

Kanal Nr.	Wellenlänge (µm)	
Kanal 1:	0.45 – 0.52	sichtbar blau
Kanal 2:	0.52 – 0.60	sichtbar grün
Kanal 3:	0.63 – 0.69	sichtbar rot
Kanal 4:	0.76 – 0.90	nahes Infrarot
Kanal 5:	1.55 – 1.75	mittleres Infrarot
Kanal 6:	10.4 – 12.5	thermisches Infrarot
Kanal 7:	2.08 – 2.35	mittleres Infrarot

Nachdem in der ersten Phase zunächst die Vorgehensweise zur Waldkartierung in dem kleinräumigen Untersuchungsgebiet Dießen/Ammersee südwestlich von München entwickelt worden war, wurde in Phase 2 das Blatt TÜK 200 Regensburg kartiert (s. Keil et al. (1), (2)). Dieses Gebiet wurde gewählt, weil es sich aufgrund der hier vorkommenden Baumarten gut für die Untersuchung der Trennbarkeit von Fichte und Kiefer eignet und einen vielfältigen geologischen Aufbau aufweist.

Datenbasis und geometrische Korrektur

Folgende Landsat Thematic Mapper-Szenen wurden für die Arbeiten verwendet:

- 193/26 vom 20. 4. 84 und 9. 7. 84
- 193/25 vom 20. 4. 84 und 9. 7. 84

Die benötigten Teilszenen wurden mit Paßpunkten auf der Basis von Gauß-Krüger-Koordinaten und unter Benutzung eines Polynomansatzes 3. Grades geometrisch entzerrt. Dabei wurde die Methode „Nearest Neighbour“ verwendet.

Wald/Nichtwald-Trennung

Als effektive Methode zur Wald/Nichtwald-Trennung hat sich eine Schwellwertmethode bewährt, mit der eine Waldmaske erzeugt wird. Die Genauigkeit in der Abgrenzung zu landwirtschaftlichen Flächen wird dabei wesentlich durch Hinzuziehen einer zweiten Jahreszeit erhöht.

Zunächst werden die Waldflächen mit Schwellwerten in den einzelnen Kanälen des Thematic Mapper eingegrenzt. Mit logischen Verknüpfungen werden dann die Masken aufgrund der einzelnen Kanäle und beider Jahreszeiten zu einer Waldmaske kombiniert.

Wahl der Trainingsgebiete und Signaturanalysen

Die Trainingsgebietsauswahl für die Waldklassifizierungen erfolgte auf der Basis eigener Bestandsaufnahmen in Verbindung mit zur Verfügung stehenden Infrarotluftbildern, teilweise SW-Luftbildern, sowie Forstkarten und Forsteinrichtungsunterlagen. Es wurden vor allem folgende Bestandsparameter mit ihren Auswirkungen auf die spektrale Signatur näher untersucht:

- Baumarten und natürliche Altersklassen
- Mischformen und Mischungsverhältnisse
- Kronenschluß, Unterwuchs, Bodenbedeckung
- Topographische Faktoren wie Exposition und Inklination
- evtl. Schäden durch Sturm oder Schneebruch.

Im Bereich des großflächigen Kartenblattes Regensburg wurde die Karte der Wuchsgebiete/Wuchsbezirke als Grundlage für die Verteilung der Trainingsgebiete genommen. Für jedes Wuchsgebiet/Wuchsbezirk wurden möglichst repräsentative Bestände aufgenommen, um einen Vergleich der Signaturen sowohl innerhalb der Wuchsbezirke als auch zwischen verschiedenen Wuchsbezirken zu ermöglichen.

Klassifizierung und Verifizierung

Zur Klassifizierung wurde die überwachte Maximum-Likelihood-Methode angewandt und dabei die Kanäle 2, 3, 4, 5 der Juli-Daten benutzt.

Methoden der digitalen Bildverarbeitung sind ausführlich von Haberäcker (3) beschrieben.

Dazu wurden zunächst Trainingsgebiete innerhalb der Wuchsbezirke zu Subklassen vereinigt. Bei Vorliegen ähnlichen Reflexionsverhaltens wurden geeignete Subklassen unterschiedlicher Wuchsbezirke zusammengefaßt. Die Klassifizierung der gesamten Kartenblattfläche erfolgte anfangs mit den ca. 80 Subklassen aus allen Wuchsbezirken.

Um die Klassifizierungsgenauigkeiten zu erhöhen, wurde das Kartenblatt in fünf Teilregionen unterteilt, wofür die digitalisierte Karte der Wuchsgebiete/Wuchsbezirke die Basis bildete. Für die kritischen Nadelholz-Subklassen wurden nur Trainingsgebiete innerhalb dieser Teilregionen genutzt und damit die Klassifizierung optimiert.

Es wurde nach 5 Waldklassen kartiert. Die Nadelholzklassen können dabei bis zu 20% Einmischung von Laubholz enthalten, umgekehrt die Klasse Laubwald bis zu 20% Nadelholz. Bestände mit mehr als 20% Einmischung von Laub-, bzw. Nadelholz werden als Laub-Nadel-Mischwald definiert. Der Prozentsatz von 20% Laubholz im Nadelwald bezieht sich dabei auf die Beschirmungsfläche. Von der Stammzahl her ist der Laubholzanteil geringer.

Aufgrund der spektralen Ähnlichkeit sind die im Kartenblatt nur in sehr geringen Flächenanteilen vorkommenden Baumarten Douglasie und Tanne in der Klasse „Fichte, Fichte/Kiefer“ sowie die Baumart Lärche in der Klasse „Kiefer“ enthalten. Die Angabe einer Untergrenze des Fichtenflächenanteils bei der Kiefernkategorie war nicht möglich, da diese in Abhängigkeit vom Standort (vor allem der Wasserversorgung der Bestände) variiert.

Für die Verifizierung wurden mit Hilfe von Luftbildern und Forsteinrichtungsdaten zusätzliche Kontrollflächen, verteilt über die verschiedenen Wuchsgebiete/Wuchsbezirke, herausgesucht und auf die TM-Szene übertragen.

Die Konfusionsmatrix mit 5 Klassen in Tab. 3 resultiert auf der Basis von 238 zusätzlichen Verifizierungsgebieten sowie der klassifizierten Trainingsgebiete. Für die 5 Subklassen können nach der Konfusionsmatrix in Tab. 3 folgende Genauigkeiten abgeleitet werden: Laubwald 86%, Fichte und Fichte/Kiefer 88%, Kiefer 80%, Laubnadelmischwald 69% und Blößen/junge Kulturen 75%.

Überlagerung der Klassifizierung mit der topographischen Karte

Für die kartographische Aufbereitung und den Kartendruck der Waldkarte Regensburg konnte das Bayerische Landesvermessungsamt gewonnen werden.

Das Landesvermessungsamt übernahm das Klassifizierungsergebnis im Blattschnitt der TÜK 200 in digitaler Form. Die Verteilung der fünf Waldklassen wurde in fünf Einzelfolien umgesetzt. Mit diesen wurde eine Graufolie kombiniert, die das

Tabelle 3

Klassifizierung von 211 Trainingsgebieten und 238 Kontrollgebieten für die 5 Hauptklassen.

	LAUBWALD	FICHTE, FICHTE / KIEFER	KIEFER	LAUB- NADEL- MISCHWALD	BLÖßEN / J. KULTUREN	NICHT- WALD	SUMME DER KLASS. PIX.
LAUBWALD	85.9	1.5	—	11.9	—	0.6	2899
FICHTE, FICHTE / KIEFER	0.1	88.2	9.5	1.6	0.3	0.2	8256
KIEFER	—	17.8	80.0	1.5	0.6	—	3441
LAUB- NADEL- MISCHWALD	11.5	16.9	2.0	69.1	—	0.5	2217
BLÖßEN / J. KULTUREN	10.3	2.2	—	2.7	74.5	10.3	224

Siedlungs- und Verkehrsnetz, die Gewässer und auch die Höhenlinien enthält. Zur besseren Orientierung wurden die Wasserflächen aus der TÜK 200 in hellblau mit integriert. Der Druck erfolgte als Einzelfarbendruck.

Schrifttum

- (1) KEIL, M., SCHARDT, M., SCHUREK, A., WINTER, R. (1988):
Forest Mapping with Satellite Imagery in Bavaria; Proceedings of the Willi Nordberg Symposium; Graz.
- (2) KEIL, M., JANOTH, J., ROTH, I., SCHARDT, M., SCHUREK, A., WINTER, R. (1988):
Waldkartierung mit Satellitendaten in Bayern; 2. DFVLR-Statusseminar „Untersuchung und Kartierung von Waldschäden mit Methoden der Fernerkundung“, Oberpfaffenhofen.

- (3) HABERÄCKER, P. (1985):
Digitale Bildverarbeitung: Grundlagen und Anwendungen; Carl Hanser Verlag, München.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Rudolf Winter und
Manfred Keil
Deutsche Forschungsanstalt
für Luft- und Raumfahrt e. V.
- Hauptabteilung Angewandte Datentechnik -
Abt. Fernerkundungsanwendungen
D-8031 Weßling (Oberpfaffenhofen)

Siehe Beilage: Waldkarte Ausgewählte Bestandsformen aus Landsat 5 TM-Bilddaten (1 : 200 000)
(Bearbeitet von M. Keil, M. Schardt, A. Schurek, R. Winter, DLR)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [1_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Winter Rudolf, Keil Manfred

Artikel/Article: [Einführung in die Fernerkundung 7-9](#)