

Augenblickliche Grenzen und zukünftige Möglichkeiten von hyperspektralen Fernerkundungsdaten für das großflächige Monitoring von Agrarflächen

BERND ZBELL, MÜNCHENBERG
SYBILLE BROZIO, MÜNCHENBERG
GÜNTER KÜHN, DEDELOW
WILFRIED MIRSCHEL, MÜNCHENBERG
CORINNA PRIETZSCH, FRIEDRICHSHAFEN
RALF-DIETER SCHROERS, MÜNCHENBERG
MARTIN WEGEHENKEL, MÜNCHENBERG

Abstract

Due to its high spectral and geometric resolution the HyMapTM-scanner enables a new quality of the information content of optical remote sensing data. Mounted on an aircraft this scanner was used during spring season 1999 for two flight campaigns in order to generate hyperspectral data of the crop vegetation on a studying area of 60 km² near Dedelow in Northeastern Germany. First results on land use classification as well as vegetation characteristics will be presented, and the future potency of hyperspectral remote sensing data as information tool for agricultural purposes of vegetation monitoring will be discussed.

1 Einführung

Im Rahmen von ProSmart (= Produktentwicklung, Systematic Market Development Approach) für Remote Sensing Techniques) wurden hyperspektrale Fernerkundungsdaten des flugzeuggetragenen HyMapTM-Scanners zur Erfassung und Bereitstellung von räumlich hochauflösenden Informationen zu Fruchtart und Bedeckungsgrad als Start- und Kontrollwerte für ein regional anwendbares Ertragsmodell für Winterweizen bzw. Zuckerrübe genutzt (WEGEHENKEL ET AL. 1999). Diese Informationen aus den Fernerkundungsdaten werden vorgestellt und das zukünftige Potenzial von hyperspektralen Daten für Anwendungen in der Landwirtschaft zur Vegetationscharakterisierung kurz diskutiert. Der HyMapTM-Scanner der australischen Firma Integrated Spectronics (<http://www.intspec.com/products.htm#hymap>) gilt augenblicklich weltweit als ein technologisches Spitzenprodukt bei den optischen Sensoren und ermöglicht dank seiner hohen spektralen und geometrischen Auflösung einen Qualitätssprung im Informationsgehalt von optischen Fernerkundungsdaten (Abb. 1). Bei einer geometrischen Auflösung von 2 - 10 m (abhängig von der Flughöhe) decken 100 - 200 Kanäle mit einer Bandbreite von 10 - 20 nm das gesamte optische Spektrum zwischen 400 - 2500 nm mit einem hohen Signalrauschabstand (500:1) ab.

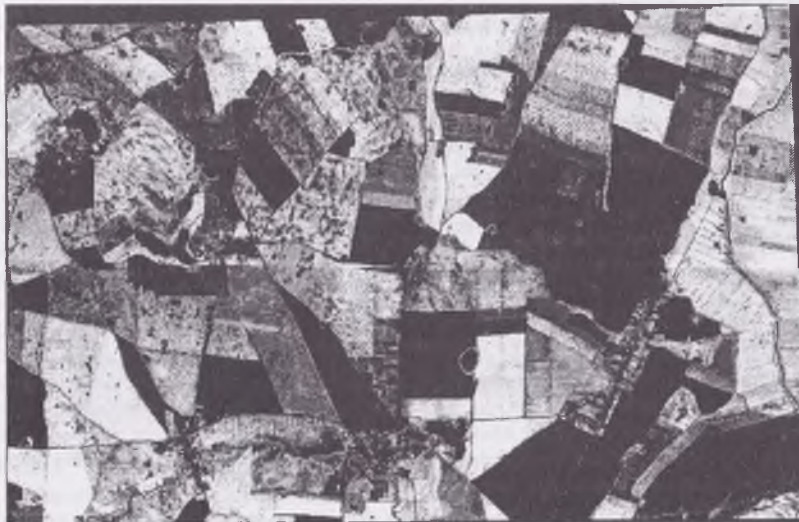
2 Befliegung des Untersuchungsgebietes

Mit dem HyMapTM-Scanner wurden am 6. Mai und 20. Juni 1999 zwei Befliegungskampagnen zur Aufnahme von hyperspektralen Fernerkundungsdaten vom Servicepartner Dornier Satellitensysteme GmbH (Friedrichshafen) im Raum Dedelow (Uckermark) durchgeführt. Die abgedeckte Fläche war 9 x 6,5 km groß, und aus einer Flughöhe von 3500 m wurde mit dem HyMapTM-Scanner die spektrale Reflektanz des Sonnenlichtes in 128 Spektralkanälen vom blauen bis fernen Infrarotbereich bei einer Pixelauflösung von 5 x 5 m aufgezeichnet.

NDVI aus den LANDSAT-Daten vom 30.04.1999



NDVI aus den Hauptkomponenten der HyMap-Daten vom 08.05.1999



Legende

0.0 0.5 1.0

Abb. 1: Demonstration des hohen räumlichen Informationsgehaltes der HyMapTM-Fernerkundungsdaten (Pixelgröße 5 x 5 m) im Vergleich zu den Landsat TM-7-Daten (Pixelgröße 30 x 30 m), dargestellt am Beispiel des Vegetationsindex NDVI für das Untersuchungsgebiet im Raum Dedelow, Uckermark (aus WEGEHENKEL ET AL. 1999).

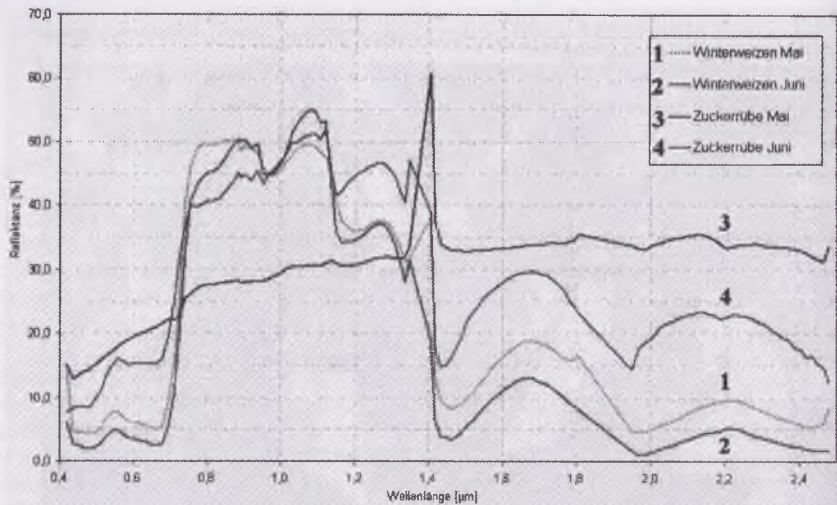


Abb. 2: Spektrales Verhalten von Winterweizen und Zuckerrüben auf Referenzflächen, abgeleitet aus HyMapTM-Daten (aus WEGEHENKEL ET AL. 1999).

3 Bildverarbeitung der HyMapTM-Daten

Die geometrische Entzerrung der HyMapTM-Szene vom 6. Mai 1999 erfolgte anhand eines Polynoms zweiten Grades mit ca. 35 Passpunkten auf der Basis der topographischen Daten und der aktuellen Schlagkartierung. Die Szene vom 20. Juni 1999 war aufgrund starker Wolkenbedeckung nur sehr eingeschränkt nutzbar. Bei der Signaturanalyse wurden zur Verbesserung der Interpretationsmöglichkeiten der HyMapTM-Bildinformationen Spektralprofile verschiedener Referenzflächen insbesondere von Winterweizen- und Zuckerrübenschlägen ausgewertet (Abb. 2). Die Transformation der Hyperspektraldaten in ihre Hauptkomponenten im roten (617 - 720 nm) und nahen Infrarotbereich (740 - 1280 nm) wurde zur Verdichtung der vegetationsrelevanten Reflektanzinformation verwendet. Zur Klassifikation der Landnutzung und zur Differenzierung der Fruchtarten wurde gemäß der Projektvereinbarung eine möglichst einfache und zeitsparende Auswertungsmethode, nämlich die unüberwachte Klassifikation (hier: ISODATA Clusteranalyse) auf die erste und zweite Hauptkomponente des roten und nahen Infrarotbereiches für den gesamten HyMapTM-Datensatz des Gebietes angewendet. Zur Kontrolle der HyMapTM-Daten und der Geometrien der abgeleiteten thematischen Karten wurden ATKIS-Daten genutzt. Zur Klassifikation der HyMapTM-Daten wurde eine Kartierung der Fruchtarten im Gelände mittels Feld-GPS zur Erstellung einer Schlagkarte 1999 vorgenommen.

4 Ergebnisse und Ausblick

Der Vergleich zwischen der Klassifikation der HyMapTM-Daten für Winterweizen sowie Zuckerrüben und der Landnutzungskartierung von 1999 ergab, dass 85% der Winterweizenfelder richtig klassifiziert wurden. Die Abschätzung der Vitalität und des Entwicklungszustandes der Agrarflächen mit Hilfe der HyMapTM-Daten basierte noch auf der Anwendung des *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) unter Berücksichtigung der Hauptkomponenten aus Rot und nahem Infrarot (Abb. 1). Augenblicklich konnte der geometrisch und spektral hohe

Informationsgehalt der HyMap™-Daten (Abb. 2) als Folge fehlenden Grundlagenwissens zur großflächigen Reflektanz der Vegetationsbedeckung und geeigneter komplexer Vegetationsindizes noch nicht genutzt werden. Aus der Literatur über Spektraluntersuchungen an Einzelpflanzen oder Beständen ist jedoch bekannt, dass sich die Reflektanz von Vegetation mit der Phänologie während der Wachstumsperiode (SINCLAIR ET AL. 1973; KÜHBAUCH 1991; LORENZEN & JENSEN 1991), in Abhängigkeit vom physiologischen Zustand und Stress (AMMER ET AL. 1991; PEÑUELAS ET AL. 1993) sowie der Verunkrautung (GAUSMANN ET AL. 1973; BROWN ET AL. 1994; BILLER & IHLE 2000) ändert. Erst gezielte Forschung zu diesen Aspekten und die Erstellung von Datenbanken mit Informationen zu spektralen Signaturen von Vegetation in definierten Zuständen und Zusammensetzungen wird zukünftig das Potenzial von Hyperspektraldaten für das großflächige *Monitoring* von Agrarflächen zur Vegetationscharakterisierung erschließen.

5 Danksagung

Dieses Projekt wurde gefördert durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR-Förderkennzeichen: 50 EE 9816), dem Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg und dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Gedankt wird auch dem Servicepartner Dornier Satellitensysteme GmbH (Friedrichshafen) für die gute Zusammenarbeit sowie den Landwirten und Betriebsleitern im Untersuchungsraum Dedelow für die Bereitstellung von *ground truth*-Daten.

6 Literatur

- AMMER, U.; B. KOCH; T. SCHNEIDER; H. WITTMER (1991). High resolution spectral measurements of agricultural crops in the laboratory and in the field. In: Proc. 11th Int. Geosci. and Remote Sens. Symp., Helsinki (Finland), 3 to 6 June 1991, S. 1937-1940
- BILLER, R.H.; W. IHLE (2000): Pflanzenunterscheidung mit optischen Sensoren. *Landtechnik*. Jg. 55, Heft 2, S. 148-149
- BROWN, R.B.; J.-P.G.A. STECKLER; G.W. ANDERSON (1994): Remote sensing for the identification of weeds in no-till corn. *ASAE Trans.* Jg. 37, Heft 1, S. 297-302
- KÜHBAUCH, W. (1991): Artenerkennung und Zustandbeschreibung landwirtschaftlicher Nutzpflanzbestände und Fernerkundung. In: *Berichte der GIL*, Band 1, Fernerkundung in der Land- und Forstwirtschaft. S. 1-16
- LORENZEN, B.; A. JENSEN (1991): Spectral properties of barley canopy in relation to the spectral properties of single leaves and the soil. *Remote Sens. Environ.* Jg. 37, S. 33-47
- GAUSMANN, H.W.; W.A. ALLEN; R. CARDENAS; A.J. RICHARDSON (1973): Reflectance discrimination of cotton and corn at four growth stages. *Agronomy J.* Jg. 65, S. 194-208
- PEÑUELAS, J.; I. FILELLA; C. BIEL; L. SERRANO; R. SAVÉ (1993): The reflectance at the 950-970 nm region as an indicator of plant water status. *Int. J. Remote Sens.* Jg. 14, S. 1887-1905
- SINCLAIR, T.T.; R.M. HOFFER; M.M. SCHREIBER (1971): Reflectance and internal structure of leaves from several crops during a growing season. *Agronomy J.* Jg. 63, S. 864-868
- WEGEHENKEL, M.; BROZIO, S.; MIRSCHEL, W.; PRIETZSCH, C.; ZBELL, B. (1999): Simulation Tool for the Evaluation of Agricultural Productivity (STEAP (Ertragspotential)). In: *ProSmart-Forschungs-Endbericht* (DLR-Förderkennzeichen: 50EE9816), DaimlerChrysler Aerospace, Dornier Satellitensysteme, Dok.No.: EB-DSS-REP-0001: S. 11/1 - 11/62