



## Höhenmodell- und Bildkartenerstellung aus MOMS-02 Satellitendaten

Alexander Almer <sup>1</sup>, Birgit Waldleben <sup>2</sup>, Johannes Raggam <sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> *Fachhochschule München, Fachbereich Vermessungswesen und Kartographie*

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

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **84** (1), S. 21–25

1996

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Almer_VGI_199605,  
Title = {Höhenmodell- und Bildkartenerstellung aus MOMS-02 Satellitendaten  
},  
Author = {Almer, Alexander and Waldleben, Birgit and Raggam, Johannes},  
Journal = {VGI -- Österreichische Zeitschrift für Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {21--25},  
Number = {1},  
Year = {1996},  
Volume = {84}  
}
```



Aus der Sicht der Photogrammetrie und Fernerkundung kann darauf folgende Antwort gegeben werden:

- Die Weltraum- und Luftraumphotographien sind ein objektives Dokument des räumlichen Wirkungsgefüges von natürlichen Gegebenheiten und menschlichen Einwirkungen.
- Die Entwicklung und Veränderung der Kulturlandschaften über die Zeit können aus den in die Vergangenheit zurückgehenden Zeitreihen der Weltraum- und Luftraumphotographien entnommen werden.
- Die Analyse der Weltraum- und Luftraumphotographien liefert – gemeinsam mit anderen Informationen – das Zusammenwirken der sozioökonomischen, kulturellen und naturräumlichen Faktoren.

#### Literatur

- [1] Csaplovics, E., Herbig, U., Sindhuber, A.: High-Resolution Space Photography for Landuse Interpretation and Thematic Update of Large-Scale Orthophotos. International Archives for Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna, 1996, im Druck.
- [2] Fritze, G., Jansa, J., Kraus, K.: Orthophotos und Stereorthophotos aus metrischen Weltraumaufnahmen. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Photogrammetrie 73, S. 159-174, 1985.

- [3] Hauenschild, M.: Waldgrenzenerhebung mittels einer KFA-3000-Aufnahme im Raum Wienerwald. Diplomarbeit am I.P.F., 1995.
- [4] Kager, H.: ORIENT. A Universal Photogrammetric Adjustment System. In Grün/Kahmen (Editors): Optical 3-D Measurement Techniques, Wichmann Verlag, Karlsruhe, S. 447-455, 1989.
- [5] Kalliany, R.: Das Fernerkundungs-Experiment FEM während des Österreichisch-Sowjetischen Raumfluges AU-STRUMIR. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Photogrammetrie 80, S. 3-19, 1992.
- [6] Klostius, W., Kostka, R., Sulzer, W.: Das KFA-3000 Bild als kostengünstige Datenquelle bei Aufgaben der regionalen Planung. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 82, S. 213-218, 1994.
- [7] Konecny, G.: Current Status and Future Possibilities for Topographic Mapping from Space. EARSeL Workshop, pp. 378-394, Göteborg, 1994.
- [8] Kraus, K. mit Beiträgen von J. Jansa und W. Schneider: Fernerkundung. Band 2. Dümmler Verlag, Bonn, 1990.
- [9] Kraus, K. mit Beiträgen von P. Waldhäusl: Photogrammetrie. Band 1. Dümmler Verlag, Bonn, 1994.
- [10] McDonald, R.A.: Opening the Cold War Sky to the Public: Declassifying Satellite Reconnaissance Imagery. PE&RS 61, No.4, pp. 385-390, 1995.
- [11] Smoliner, Ch.: Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, 1995.

#### Anschrift der Autoren:

o. Univ.-Prof. Dr. Karl Kraus, Dipl.-Ing. Adele Sindhuber, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gußhausstr. 27-29, 1040 Wien.



## Höhenmodell- und Bildkartenerstellung aus MOMS-02 Satellitendaten

Alexander Almer, Birgit Waldeleben, Hannes Raggam, Graz

#### Zusammenfassung

Im Rahmen eines Projektes des Institutes für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München (AGF) standen MOMS-02 Satellitenbilddaten für ein Studiengebiet in Mexiko zur Verfügung. Projektziel sind hydrologische und geologische Auswertungen vom definierten Studiengebiet. Die Ableitung eines digitalen Höhenmodells, sowie einer aktuellen Satellitenbildkarte am Institut für Digitale Bildverarbeitung der Joanneum Research Forschungsgesellschaft stellen eine Grundlage für weitere projektspezifische Auswertungen im Studiengebiet dar.

#### Abstract

Within the framework of a project of the Institute for General and Applied Geology of the University of Munich, satellite images acquired by the MOMS sensor are available from a study area in Mexico. The project goals are the hydrological and geological evaluation of a predefined test area. The generation of a digital elevation model and an up-to-date satellite image map by the Institute of Digital Image Processing of the Joanneum Research Forschungsgesellschaft will be the basis for further evaluation within the project study region.

#### 1. Das Aufnahmesystem MOMS-02

Satellitenbildaufnahmen sind die Grundlage für Arbeiten auf verschiedenen Gebieten, wie z.B. Kartographie, Meteorologie, Umweltforschung,

Geologie, Land- und Forstwirtschaft. Sie bieten eine kostengünstige und effektive Möglichkeit zur Herstellung und Nachführung von Kartengrundlagen, sowie zur Ableitung eines digitalen Höhenmodells (DHM). Seit 1972, dem Beginn

der Erderkundung mit dem Satelliten Landsat, wird eine Weiterentwicklung der Aufnahmesysteme verfolgt. Ein deutscher Beitrag ist der opto-elektronischer Zeilenabaster MOMS-02, welcher in einem zehntägigen Space Shuttle Flug vom 26.4.–6.5.1993 eingesetzt wurde.

Die MOMS-02 Kamera besteht aus einem Stereo-Modul mit drei panchromatischen Kanälen und einem Multispektral-Modul mit vier Kanälen (Tab. 1). Das Stereo-Modul setzt sich aus drei Zeilen-Arrays mit senkrechter bzw. in Flugrichtung nach vorwärts und rückwärts geneigten Blickrichtungen zusammen. Bei der senkrechten Aufnahme wird eine Bodenelementgröße von 4.5 x 4.5 m realisiert, beim Vor- bzw. Rückblick 13.5 x 13.5 m (Abb. 1). Das Multispektral-Modul besteht aus 2 Kameras und zeichnet insgesamt vier Spektralbereiche mit einer Bodenauflösung von ebenfalls 13.5 m.

Kanal	Mode	Orientierung	Bandbreite	Bodenelement
1	M/S	Nadir	449–511 nm	13.5x13.5 m
2	M/S	Nadir	532–576 nm	13.5x13.5 m
3	M/S	Nadir	645–677 nm	13.5x13.5 m
4	M/S	Nadir	772–815 nm	13.5x13.5 m
5	HR	Nadir	512–765 nm	4.5x4.5 m
6	Stereo	+21.4°	524–763 nm	13.5x13.5 m
7	Stereo	-21.4°	524–763 nm	13.5x13.5 m

Tabelle 1: Aufnahmekonfiguration

Aufgrund einer sehr hohen Aufzeichnungsichte konnten nicht alle Kanäle simultan aufge-

nommen werden. Dies hatte zur Folge, daß verschiedene Betriebsmodi vom Boden aus gesteuert wurden und max. 4 Kanäle in einem Modus aufgezeichnet werden konnten.

## 2. Studiengebiet – Projektzielsetzungen – Bilddaten

Das Auswertungsgebiet liegt an der Westküste Mexikos im Bundesland Sinaloa. Die Küstenregion von Sinaloa mit ihrem Küstenflachland und felsigen Hügeln liegt in einer durchschnittlichen Höhenlage unter 200 m mit maximalen Höhen bis 800m). Die klimageomorphologische Einordnung des Studiengebietes fällt nach v. H. Wilhelmly [4] in die Zone der subtropisch-tropischen Wüstenklimate.

Für das Auswertungsgebiet standen 3 Kartenblätter im Maßstab 1:50 000 zur Verfügung. Eine thematische Zielsetzung der AGF ist, ein hydrologisches Übersichtsmodell anzufertigen. Dadurch kann ein künstliches Bewässerungsmodell für diese Region erstellt werden. Über Kenntnisse der Hangneigungen aus einem digitalen Höhenmodell läßt sich die Bodenerosion besser abschätzen und dient somit der Entwicklung von sinnvollen künstlichen Bewässerungssystemen. Eine weitere Verwendung von digitalen Geländemodellen ist die Möglichkeit Schattenbereiche von Bilddaten radiometrisch zu korrigieren. Die Erstellung eines digitalen Höhenmodells sowie einer aktuellen Satellitenbildkarte aus

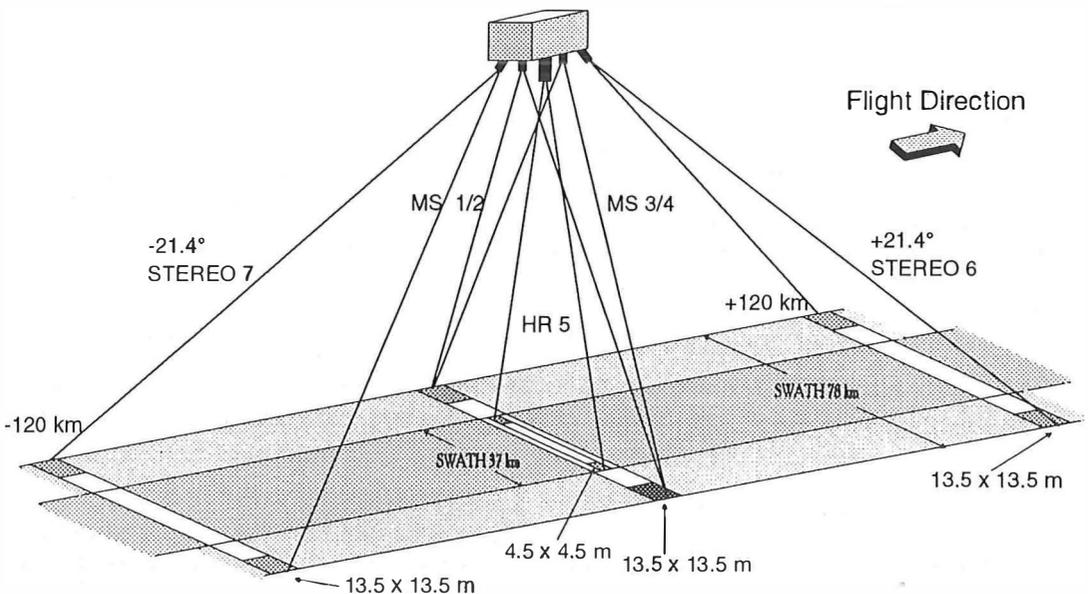


Abb. 1: MOMS-02 Aufnahmegeometrie (aus MOMS-02 data Catalogue [1])

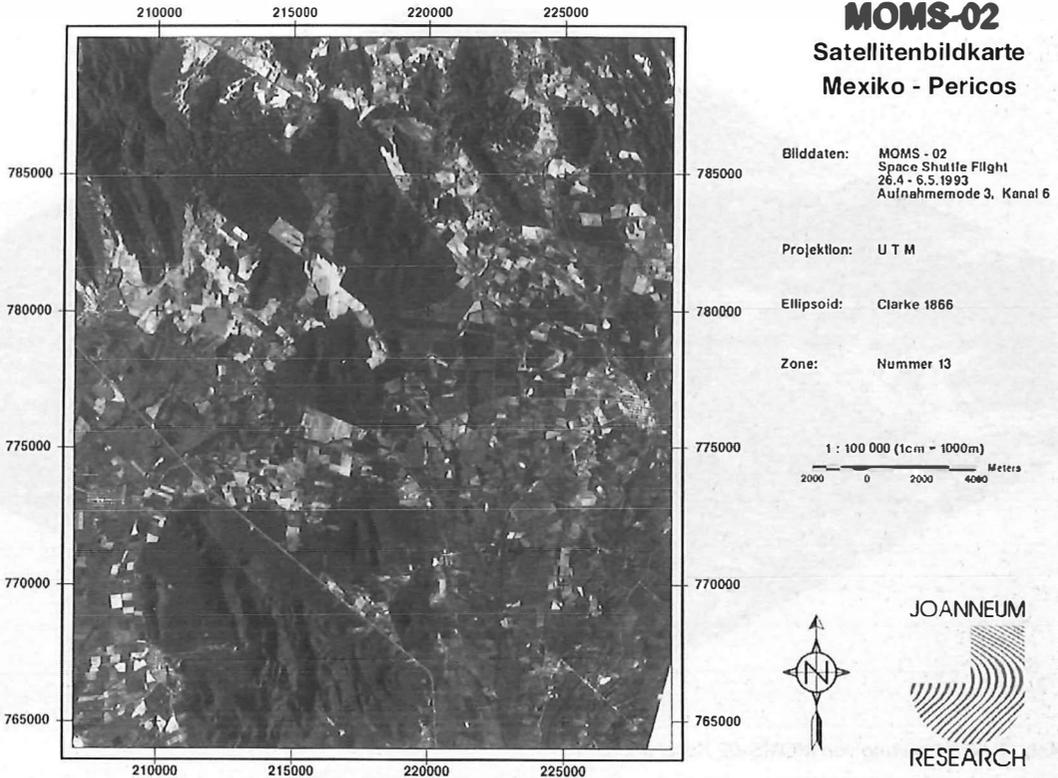


Abb. 2: Satellitenbildkarte MOMS-02, Kanal 6

MOMS-02 Daten stellen im Rahmen dieses Projektes Basisauswertungen für die weitere thematische Bearbeitung der Daten dar.

### 3. Automatische Höhenmodell – Generierung

#### 3.1 Aufsetzen des Stereomodells

MOMS-02 Bilddaten besitzen eine dynamische Aufnahmegeometrie, die in einem sensorspezifischen parametrischen Ansatz des Abbildungsmodells berücksichtigt (Raggam et al., 1991 [3]). Die einzelnen Parameter des Abbildungsmodells können in einem Ausgleichsverfahren mittels Paßpunkten optimiert werden. Statistische Parameter wie Standardabweichung (STD), Mittelwert (MW) sowie minimale und maximale Werte für die Aufsetzgenauigkeit der Abbildungsmodelle sind aus Tabelle 2 ersichtlich.

Die zu erwartende Stereo-Kartiergenauigkeit ist durch die Differenz der aus den homologen Bildkoordinaten der Paßpunkte errechneten Kartenkoordinaten und den in der Karte gemessenen Koordinaten eines Paßpunktes bestimmt. Bei einer Pixelauflösung von 13.5 m und der

vorgegebenen Aufnahmekonfiguration (Abb. 1) ergeben sich bei einem Pixelfehler Höhenänderungen von 18 m. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, liegt sowohl die Lage- wie auch die Höhegenauigkeit des Stereomodells im Subpixelbereich.

33 Paßpunkte	Einzelbildstatistik [m]				Stereomodell [m]		
	Kanal 6		Kanal 7		Kanal 6 – Kanal 7		
	Ost	Nord	Ost	Nord	Ost	Nord	Höhe
STD	11.08	18.71	12.26	20.04	11.0	16.3	11.6
MW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MIN	-17.11	-25.17	-17.68	-33.89	-20.9	-42.0	-15.9
MAX	17.22	43.80	23.25	41.98	20.1	27.3	23.4

Tab. 2: Aufsetzgenauigkeit der Abbildungsmodelle

#### 3.2 Bildkorrelation und Höhenmodell Generierung

Einen wesentlichen Arbeitsschritt bei der automatischen Höhenmodellgenerierung bildet die Bildkorrelation. Dabei werden in einem Stereopaar homologe Bildpunkte automatisch identifiziert. Ein auf Merkmalsvektoren basierendes

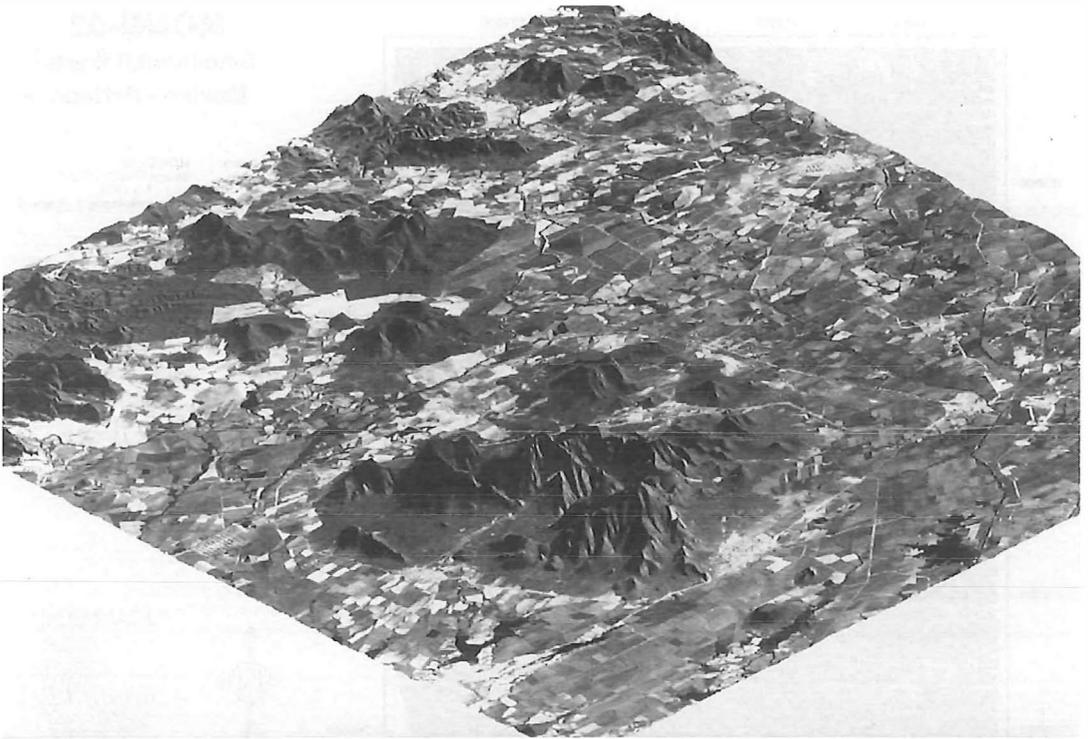


Abb. 3: Überlagerung von MOMS-02 Kanal und DHM

Korrelationsverfahren wurde für die Bildkorrelation verwendet (Paar et al., 1993 [2]). Mit diesem Verfahren wurden 82514 homologe Punkte automatisch erfaßt. Mit den aus der Korrelation erhaltenen Bildpunktpaaren wurden durch einen räumlichen Vorwärtsschnitt unter Einbeziehung der sensorspezifischen Abbildungsmodelle kartographische Koordinaten berechnet und daraus ein regelmäßiger digitaler Höhenmodell-Raster mit einer Rasterweite von 12,5 Meter für ein Gebiet von 22 x 45 Kilometern abgeleitet. In Abbildung 3 ist in einer perspektiven Darstellung das DHM dargestellt, wobei das DHM mit der Bildinformation des geokodierten Kanals 6 überlagert ist.

#### 4. Qualitätskontrolle

Sowohl beim Aufsetzen der Einzelbilder, als auch beim Stereomodell gab es Genauigkeitsprobleme mit Kartenpaßpunkten. Einige Kartenbereiche stellten sich überhaupt als grob fehlerhaft heraus. Insgesamt dürften die drei verwendeten Karten im Maßstab 1:50 000 kein homogenes Kartenwerk darstellen. Bei einer Überprüfung der geokodierten Bildszenen (Abb. 3) durch

das Messen von neuen Kontrollpunkten konnte die Aufsetzgenauigkeit (Tab. 2) bestätigt werden. Die Höhengenaugigkeit konnte aufgrund der Kartenprobleme nicht objektiv überprüft werden. Bei lokalen Stichproben in einem Kartenblatt konnte die Standardabweichung von 11,6 m (Tab. 2) nicht bestätigt werden. Realistisch erscheint hier aufgrund von Punktkontrollen in flachen bzw. gebirgigen Bildbereichen eine Standardabweichung von ca. 25m.

#### 5. Ausblick

Durch die deutsch-russische Fernerkundungsmission MOMS-Priroda sollen 1996 auch vom mitteleuropäischen Gebiet Bilddaten des MOMS-Sensors zur Verfügung stehen. Diese Daten stellen mit ihrer räumlichen und spektralen Auflösung für viele Anwendungen eine wichtige Datengrundlage dar. In einem österreichischen Gemeinschaftsprojekt der Arbeitsgruppe Fernerkundung sollen in Zusammenarbeit mit Fernerkundungsanwendern diese Daten für unterschiedliche thematische Anwendungen eingesetzt werden.

## Literatur

- [1] Deutsche Agentur für Raumfahrt-Angelegenheiten (1994): MOMS-02-D2 data Catalogue (DARA), Bonn.
- [2] Paar, G., Almer, A. (1993): Fast Hierarchical Stereo Reconstruction. In Proceedings of the 2nd Conference on Optical 3-D Measurement Techniques, ETH Zürich.
- [3] Raggam, J., Almer, A. (1990): Mathematical Aspects for Multi-Sensor Stereo Mapping. In Proceedings of the 10th Annual IGARSS Symposium: Remote Sensing – Science for the Nineties, Vol III, Washington D.C.

[4] *Wilhelmy, H.* (1974): Klimageomorphologie in Stichworten, Teil IV der Geomorphologie in Stichworten, Verlag Hirt.

## Anschrift der Autoren:

Alexander Almer, Dr. Hannes Raggam, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Joanneum Research Graz, Wastiangasse 3, 8010 Graz, Birgit Waidleben, Fachhochschule München, Fachbereich Vermessungswesen und Kartographie



# Differenzierung landwirtschaftlicher Kulturen mittels Fernerkundung: Möglichkeit und Grenzen

Klaus Steinnocher, Seibersdorf

## Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt einen methodischen Ansatz, der die Bestimmung verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen aus multitemporalen Fernerkundungsdaten erlaubt. Daraus wird ein Modell entwickelt, das eine automationsgestützte Kontrolle geförderter Anbauflächen ermöglicht. Abschließend werden die Rahmenbedingungen diskutiert, die bei einem operationellen Einsatz von fernerkundungsgestützten Kontrollsystemen zu berücksichtigen sind. Der Schwerpunkt des Beitrages liegt auf der thematischen Differenzierung von Kulturen, auf geometrische Aspekte wird nicht im Detail eingegangen.

## Abstract

This paper presents a method for extracting agricultural crops from multitemporal image data. Based on this method a model is designed for monitoring and controlling of subsidised arable land. The final part discusses the constraints and benefits of an operational control system based on remote sensing. The paper focusses on the thematic differentiation of crops, geometric aspects are not analysed in detail.

## 1. Einleitung

Seit Beginn der satellitengestützten Fernerkundung gehören landwirtschaftliche Applikationen zu den wichtigsten Forschungsaspekten in diesem Bereich. Die Möglichkeit, in regelmäßigen Intervallen flächendeckende Information über landwirtschaftlich genutzte Flächen zu erhalten, stellt einen Vorteil dar, der von den traditionellen Erfassungsmethoden nur unter extrem hohem Kostenaufwand geleistet werden kann. Im Gegensatz zur terrestrischen Erhebung liefert die Fernerkundung nicht explizite Information über die einzelne Pflanze, sondern eine integrierte Information über die in den einzelnen Bildelementen erfaßten Flächen. Zur Ausweisung verschiedener agrarischer Kulturen ist es daher notwendig, die spektralen Charakteristika der einzelnen Kulturflächen zu analysieren.

## 2. Methodik

Als Grundlage für weitere Untersuchungen sei zuerst die spektrale Reflexion von relevanten Be-

deckungsformen im Bereich des sichtbaren Lichtes und des nahen Infrarots betrachtet. Abb. 1 zeigt den Reflexionsverlauf von grünem Gras, abgestorbenem Gras und unbedecktem Boden. Bei grünem Gras zeigt der Reflexionsverlauf erwartungsgemäß ein lokales Maximum im Bereich des grünen Lichtes, viel stärker jedoch ist der Reflexionsgrad im nahen Infrarot. Im abgestorbenen Zustand sinkt dieser Wert deutlich, dafür steigt der Reflexionsgrad im sichtbaren Spektralbereich. Bei vegetationslosem Boden ist ein ähnlicher Verlauf zu erkennen, die Reflexionswerte sind jedoch etwas niedriger. Die getroffenen Aussagen für Gras lassen sich generell auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen erweitern. Die vom Sensor erfaßten Reflexionswerte variieren dabei in Abhängigkeit externer Einflüsse, wie z.B. atmosphärische und topographische Bedingungen. Um diese Einflüsse zu minimieren, bietet es sich an, anstelle der gemessenen Einzelwerte das Verhältnis verschiedener Reflexionsgrade heranzuziehen. Eine in der Fernerkundung übliche Vorgangsweise dafür ist die Berechnung des *normalized differential vegetation index*