



Forstliche Anwendungsmöglichkeiten hochauflösender Satellitenbilddaten

Gebhard Banko ¹, Hannes Burger ², Werner Schneider ³

¹ *Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien*

² *Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien*

³ *Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **86** (3), S. 149–155

1998

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Banko_VGI_199820,  
  Title = {Forstliche Anwendungsmöglichkeiten hochauflösender  
          Satellitenbilddaten},  
  Author = {Banko, Gebhard and Burger, Hannes and Schneider, Werner},  
  Journal = {VGI -- Österreichische Zeitschrift für Vermessung und  
            Geoinformation},  
  Pages = {149--155},  
  Number = {3},  
  Year = {1998},  
  Volume = {86}  
}
```



- [5] *Smith D.M.*: Speckle reduction and segmentation of Synthetic Aperture Radar images. *Int. J. Remote Sensing*, vol. 17, no. 11, pp. 2043–2057, 1996
- [6] *Stätter C. und Steinnocher K.*: Ein hierarchischer Klassifikationsansatz zur Erfassung von Landnutzung aus multitemporalen Landsat-TM Daten. *Proceedings AGIT VI*, 6.–8. Juli 1994, Salzburg, pp. 683–691, 1994
- [7] *Steinnocher K.*: Application of adaptive filters for multisensoral image fusion. *Proc. IGARSS'97*, 3.–8. August 1997, Singapore, pp. 910–912, 1997.

Anschrift der Autoren:

Dr. Klaus Steinnocher, Abteilung Umweltplanung, Forschungszentrum Seibersdorf, 2444 Seibersdorf, email: steinnocher@arcs.ac.at
 Dr. Günther Knötig, Abteilung Raumordnung, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Annagasse 2, 4010 Linz, email: guenther.knoetig@ooe.gv.at



Forstliche Anwendungsmöglichkeiten hochauflösender Satellitenbilddaten

Gebhard Banko, Hannes Burger und Werner Schneider, Wien

Zusammenfassung

Die neue Generation hochauflösender Satellitenbilddaten eröffnet zusätzliche Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung in der Forstwirtschaft, da erstmalig Bilddaten im Auflösungsbereich von einzelnen Baumkronen verfügbar sind. Das forstliche Teilprojekt des MISSION-Programmes geht von der Überlegung aus, daß sich der aus Fernerkundungsbilddaten zu deckende Informationsbedarf der Forstwirtschaft auf eine relativ kleine Anzahl von „forstlichen Primärdaten“ (wie z. B. Baumart, Wuchsklasse usw.) zurückführen läßt. Ziel des Projektes war es, diese „forstlichen Primärdaten“ aus den hochauflösenden Bilddaten mit neuen Auswertemethoden zu extrahieren und gemeinsam mit forstlichen Praktikern operationelle Anwendungsmethoden zu entwickeln.

Abstract

The new generation of high-spatial resolution satellite image data opens up new application opportunities in forestry: for the first time, satellite data are available with a pixel size below the size of a single tree crown. Any forest information to be mapped from remotely sensed images can be traced back to a relatively small number of so-called „primary forest data“ such as tree species, age classes etc. The project concerning forestry applications within the MISSION-programme is based on this „primary data“ concept. There are two main objectives: Firstly, to extract „primary data“ from high-resolution satellite data with new image analysis methods, and secondly to develop methods for operational applications of the primary data together with partners from the Austrian forestry.

1. Einleitung

Die Forstwirtschaft ist mit ihrem Bedarf an detaillierten Flächeninformationen über große Gebiete seit jeher ein wichtiges Anwendungsgebiet der Fernerkundung. In den Ländern Europas und insbesondere Mitteleuropas mit kleinräumigen forstlichen Bestandesstrukturen und intensiven Bewirtschaftungsformen wurden bisher jedoch kaum Satellitenbilddaten, sondern fast ausschließlich fotografische Luftbilder für forstliche Kartierungen eingesetzt. Als Nachteile von Satellitenbilddaten galten bisher vor allem die geringe räumliche Auflösung sowie die fehlende Stereoinformation. Die neue Generation an hochauflösenden Satellitenbilddaten verspricht eine grundlegende Änderung dieser Situation. Mit Pixelgrößen von derzeit bis zu 6 m, in naher Zukunft aber bis zu 1 Meter, in mehreren Spektralkanälen sowie mit der Möglichkeit, Stereo-

bildpaare mit hoher räumlicher Auflösung zu gewinnen, wird die Satellitenfernerkundung auf längere Sicht fotografische Luftbilder ablösen.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung wurde das Teilprojekt MISSION-FORST mit dem Ziel initiiert, die Anwendbarkeit dieser neuen hochauflösenden Satellitenbilddaten für forstliche Zwecke zu untersuchen. Grundlegender Ansatz des Teilprojektes „FORST“ ist dabei das Konzept der „forstlichen Primärdaten“. Der aus Fernerkundungsbilddaten zu deckende Informationsbedarf der Forstwirtschaft läßt sich auf eine relativ kleine Anzahl von „forstlichen Primärdaten“ zurückführen, die für die unterschiedlichsten Anwendungen ähnlich oder identisch sind. Zu diesen forstlichen Primärdaten gehören beispielsweise die Baumart, der Baumartenanteil, das Bestandesalter, der Überschirmungsgrad, der Kronendurchmesser, die Bede-

lungs- und Belaubungsdichte, etc.. Ziel des Projektes war es daher, diese „forstlichen Primärdaten“ aus den hochauflösenden Bilddaten mit neuen Auswertemethoden zu extrahieren und gemeinsam mit forstlichen Praktikern operationelle Anwendungsmethoden zu entwickeln.

Im folgenden sind die Schwerpunkte des Teilprojektes FORST angeführt:

- Erarbeitung des Informationsbedarfs der Forstwirtschaft, der aus Satellitenbilddaten erhoben werden kann („Definition forstlicher Primärdaten“)
- Entwicklung neuer Auswertemethoden, um „forstliche Primärdaten“ aus den hochauflösenden Satellitenbilddaten zu extrahieren.
- Exemplarische Darstellung verschiedener Auswertemethoden, um die Relevanz dieser neuen Methoden für die Praxis zu demonstrieren.
- Propagierung der Verwendung von Satellitenbilddaten in der Österreichischen Forstwirtschaft.

Von großer Bedeutung für die Durchführung des Projektes war die Kooperation mit Partnern aus der forstlichen Praxis. Durch die Einbindung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, und der Firma Umweltdata Ges.m.b.H. konnte im Teilprojekt FORST forstliches Expertenwissen bei der Erarbeitung neuer operationeller Anwendungsmethoden integriert werden.

2. Forstlicher Informationsbedarf

Der Informationsbedarf der Forstwirtschaft, der aus Satellitenbilddaten gedeckt werden kann, wurde einerseits in regelmäßigen Treffen mit den im Projekt eingebundenen zukünftigen Anwendern von Satellitenbilddaten und andererseits über eine Umfrage an 230 im forstlichen Bereich tätigen Personen erarbeitet. Potentielle forstliche Einsatzgebiete von Satellitenbilddaten, derzeit für Forstkartierungen eingesetzte Datengrundlagen, bereits operationelle Fernerkundungsmethoden, übliche Kartiermaßstäbe, aber auch die Verwendung des Internets zur Beschaffung von Informationen wurden hinterfragt.

Im folgenden sind die wesentlichen Erkenntnisse aus diesen Arbeiten angeführt:

Karten werden in fast allen forstlichen Bereichen als Planungsgrundlagen eingesetzt. Die dabei hauptsächlich verwendeten Kartenmaßstäbe liegen im Bereich zwischen 1:5.000 und 1:10.000 (traditionelle Maßstäbe für Forstkar-

ten). Nennenswerten Bedarf an Karten mit kleineren Maßstäben (1:50.000) gibt es nur im Bereich der öffentlichen Verwaltung (Regionale Schutzwaldkartierungen, Waldentwicklungsplan, Waldlayer eines Bundeslandes, etc.). Die allgemeine Anforderung an die Lagegenauigkeit von Objekten liegt bei 5 Meter. Die Erkennbarkeit von Objekten soll ab einer Objektgröße von 5–10 Meter gewährleistet sein.

Maßstab	Detailerkennbarkeit	Sensoren	Einsatzbereich
1 : 100.000	30 m - 50 m	Landsat TM SPOT	überregional
1 : 50.000	15 m - 25 m	Landsat TM SPOT IRS-1C MOMS-02	Bundesland
1 : 20.000	6 m - 10 m	IRS-1C MOMS-02 Quick Bird (KFA-100)	Bezirksebene
1 : 10.000 1: 5.000 und größer	3 m - 5 m 1 m - 2 m	Quick Bird Ikonos 1 (KVR 1000) Luftbild	Forstbetriebe Projektplanung Spezialuntersuchungen

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Maßstab, Sensor und Projektgebietsgröße

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über Maßstab, Detailerkennbarkeit und Einsatzbereich für Bilddaten der verschiedenen Sensoren.

Ein wesentlicher Aspekt liegt auch in den Zeitabständen der Informationsbeschaffung. Die gängigen Inventurzyklen in der Forstwirtschaft liegen derzeit bei 5–10 Jahren. Nach den Wünschen der Forstwirtschaft sollen sich die Zeitabstände der Informationsbeschaffung auf 1–5 Jahre verkürzen (Abbildung 1).

Auf die Frage, ob Satellitenbilder in den verschiedenen forstlichen Arbeitsgebieten eingesetzt werden können, gibt es aus der Umfrage

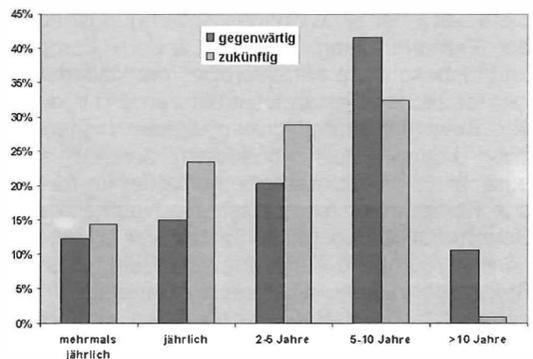


Abbildung 1: Umfrageergebnis: Vergleich der derzeitigen und zukünftigen Zeitabstände der forstlichen Informationsbeschaffung

mehrheitlich positive Einschätzungen, die sich zum Teil jedoch recht beträchtlich unterscheiden (Abbildung 2). So rangiert der Prozentanteil an Antworten, die die Möglichkeiten des Satellitenbildeinsatzes positiv einschätzen, zwischen 95 Prozent bei der forstlichen Raumplanung und 44 Prozent im Bereich der Wildbewirtschaftung. Trotz dieser hohen Zustimmung zur Satellitenfernerkundung werden aber derzeit Satellitenbilddaten nur in Einzelfällen eingesetzt. Es besteht eine beträchtliche Differenz zwischen dem derzeitigen Einsatz (10 Prozent aller Befragten) und dem in Betracht gezogenen zukünftigen Einsatz (43 Prozent aller Befragten). Als wesentliche Gründe, die derzeit noch gegen einen Einsatz von Satellitenbilddaten in der Forstwirtschaft sprechen, werden von mehr als einem Viertel die unzureichende Genauigkeit der Daten und von knapp einem Viertel der Mangel an Information über diese neue Technologie angegeben. Für knapp 20 Prozent der Befragten besteht das Problem der fehlenden Verarbeitungsmöglichkeit. Ebenso viele geben an, mit alternativen Datenquellen das Auslangen zu finden.

Die Auswirkungen der Satellitenfernerkundung auf den forstlichen Arbeitsmarkt können wie folgt zusammengefaßt werden. Mehrheitlich glauben nur Forstwirte von Dienstleistungsunternehmen, daß durch die Satellitenfernerkundung positive Auswirkungen auf den forstlichen Arbeitsmarkt zu erwarten sind. Überraschend hoch ist die negative Einstellung von Forstleuten privater Forstbetriebe (58 Prozent ablehnende Haltung bei 23 Prozent Unentschlossenen). Auch auf die Frage nach dem Rationalisierungseffekt ergibt sich ein ähnliches Bild: ablehnende Haltung in privaten Forstbetrieben (nur 19 Prozent Zustimmung) gegenüber zustimmender Haltung in Dienstleistungsbetrieben (53 Prozent Zustimmung).

Ein signifikant unterschiedliches Antwortverhalten der Personen aus dem öffentlichen Bereich ergibt sich lediglich auf die Frage nach verstärkten Kontrollen bzw. Einschränkung des Handlungsspielraumes durch die Satellitenfernerkundung. Gesamtheitlich gesehen halten sich die zustimmenden (44 Prozent) und die ableh-

nenden (39 Prozent) Antworten die Waage, wobei die ablehnende Haltung mehrheitlich von Personen stammt, die im öffentlichen Bereich tätig sind.

Für den Zugang zu Bildarchiven, den Bilddatentransfer und die Bestellung etabliert sich in steigendem Maße das Internet. Wie die Ergebnisse der Umfrage zeigen, besitzen bereits mehr als die Hälfte der forstlichen Dienstleistungsunternehmen und öffentlichen Institutionen einen Internetanschluß. Lediglich 35 Prozent der privaten Forstbetriebe sind derzeit in der Lage, online Information abzurufen.

3. Auswertemethoden

Die optischen Sensoren der neuen Generation liefern Bilddaten mit Pixelgrößen zwischen 1 und 6 Meter. Bei dieser hohen Auflösung stellt die Pixelintensität von Wadaufnahmen nicht mehr eine Mischsignatur von z.B. Baumkronen, Bodenvegetation, Boden und Schatten dar, sondern repräsentiert die reinen Spektralwerte dieser Elemente. Viele bisher vernachlässigbare Details (dunkler Fleck auf einer Straße, Kamine auf Häusern, etc.) bilden eigene spektrale Klassen und müssen bei der Auswertung berücksichtigt werden. Bezogen auf Forstbestände gibt Tabelle 2 einen Überblick, wie sich das Verhältnis Kronengröße zu Pixelgröße in Abhängigkeit vom Alter für die verschiedenen Sensoren verändert.

Bei Landsat-TM entfallen auf ein Bildelement annähernd 60 Baumkronen eines 80-jährigen Buchenbestandes. Im Vergleich dazu werden in einem Bildelement des Sensors MOMS-02 (6 x 6 m² Bodenaufklärung) im Durchschnitt nur mehr 2,5 Baumkronen erfaßt. Dieses Verhältnis kehrt sich bei einer Auflösung von 3 x 3 m² um, so daß eine Baumkrone bereits von mehr als nur einem Bildelement charakterisiert werden kann. Beim Sensor Ikonos mit 0,8 x 0,8 m² fallen auf eine Baumkrone eines 80-jährigen Buchenbestandes bereits 25 Pixel, die zur Beschreibung der Eigenschaften dieser Baumkrone herangezogen werden können.

	Alter	Bäume / ha lt. Ertragstafel	Landsat TM 30 x 30 m ²	MOMS-2 6 x 6 m ²	Earlybird 3 x 3 m ²	Ikonos 0,8 x 0,8 m ²
Buche	40	2757	248	10	2,5	0,18
	80	693	62	2,5	0,6	0,04

Tabelle 2: Anzahl der Bäume pro Pixel für 40- und 80-jährige Buchenbestände (Ertragstafel nach Marschall, 1975); (erweitert nach [1])

Ausgehend von dieser Überlegung und von der Tatsache, daß die Forstwirtschaft trotz des hohen Detailreichtums in Satellitenbildern Karten mit klar abgegrenzten Waldbeständen (mit homogenen Eigenschaften) benötigt, wurde am IVFL eine neue Satellitenbildauswertestrategie verfolgt und erprobt. Die regionenbasierte Bildauswertung mittels Bildsegmentierung ermöglicht die Bildung von eindeutig abgegrenzten Bildregionen (die den Forstbeständen entsprechen), deren gesamter spektraler Informationsgehalt zur Beschreibung der Eigenschaften (Bestandesparameter, Primärdaten) dieser Regionen herangezogen wird. Im Teilbereich der Erarbeitung von Satellitenbildauswerteverfahren wurden daher mehrere parallele Aktivitäten eingeleitet:

- Bildsegmentierung mit „region growing“
- Analyse von simulierten Satellitenbildern mit unterschiedlicher räumlicher Auflösung
- Topographische Beleuchtungskorrektur

Bildsegmentierung:

Unter Segmentierung versteht man die Aufteilung des Bildes in eindeutig abgegrenzte Regionen, deren Pixel aufgrund eines Homogenitätskriteriums gruppiert werden. Es wurde ein als „region growing“ bezeichnetes Segmentierungsverfahren verwendet und für die vorliegende Aufgabenstellung adaptiert. Der Region-Growing Algorithmus [2] funktioniert nach dem Prinzip, daß ein Pixel an eine Region nur dann angehängt wird, wenn der Unterschied in der Intensität entweder zum vorangegangenen Pixel (single linkage) oder zu dem Mittelwert der Intensitäten der bereits gebildeten Region (centroid linkage) einen bestimmten Schwellenwert in den einzelnen Kanälen nicht übersteigt. In den einzelnen Kanälen können unterschiedliche Homogenitätskriterien verwendet werden.

Für die gebildeten Regionen werden anschließend Attribute berechnet. Dazu gehören spektrale Attribute wie die spektralen Mittelwerte der Region, die Standardabweichungen und die Werte der Schiefe und der Gipfeligkeit (Kurtosis) der Verteilung für alle Kanäle. Es können aber auch Texturparameter wie z. B. die Haralick'schen Parameter [3] und Formparameter wie Fläche, Umfang, Längserstreckung, Fraktalität der Region berechnet und dieser als Attribut zugeordnet werden.

Gegenüber konventionellen pixelweisen Auswertemethoden können bei einer auf Regionen basierten Bildanalyse Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Bildelementen sowohl bei der Bil-

dung der Regionen als auch bei der anschließenden Klassifizierung berücksichtigt werden [4].

Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Bereinigung von kleinen Regionen. Regionen, deren Pixelanzahl eine Mindestzahl an Pixeln unterschreitet bzw. die einer bestimmten definierten Pixelanordnung nicht entsprechen, werden einer Nachbarregion kontrolliert angefügt. Dies hat den Vorteil, daß insbesondere bei der Kartierung von Wald Mindestflächengrößen und Mindestflächenbreiten berücksichtigt werden können. Weiters werden unkontrollierte Glättungsalgorithmen wie z. B. ein Medianfilter vermieden. In Abbildung 3 ist ein Ausschnitt aus einer segmentierten, bereits von Kleinregionen bereinigte Satellitenszene dargestellt.

Analyse von simulierten Satellitenbildern mit unterschiedlicher räumlicher Auflösung:

Um den Einfluß der Pixelgröße auf die Klassifizierbarkeit und Trennbarkeit von Waldbeständen abschätzen zu können, wurden Bilder unterschiedlicher Auflösung (zwischen 0,25 m und 32 m) aus einem gescannten IR-Luftbild erzeugt. Vier Fichtenwaldflächen (Jungwuchs, Dichtung, Stangenholz und Baumholz) sowie eine Kahlschlagfläche wurden abgegrenzt und analysiert. Durch die unterschiedliche Anzahl an Mischpixeln und an spektral reinen Pixeln ergibt sich eine Änderung des Informationsgehaltes in der jeweiligen Auflösungsstufe.

Unabhängig von der Auflösungsstufe sind mit Ausnahme der Klassen Dichtung und Stangenholz die einzelne Bestände aufgrund des Mittelwertes bereits trennbar. Die Berechnung der Standardabweichung innerhalb der Region (Bestand) ermöglicht aber auch eine Trennung der zwei restlichen Klassen (Abbildung 4). Die stärkste Abnahme der Standardabweichung weisen die einzelnen Bestände in jenem Auflösungsbe-

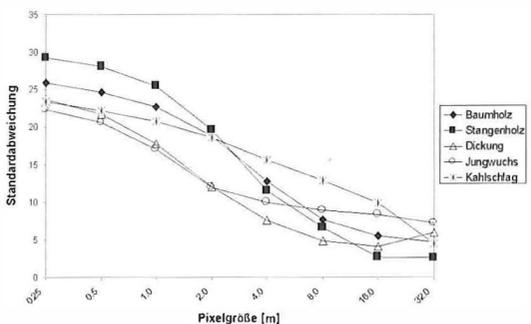


Abbildung 4: Standardabweichung der Pixelwerte von jeweils einer Region unterschiedlicher Fichtenaltersklassen im nahen Infrarot in Abhängigkeit von der räumlichen Auflösung (Pixelgröße)

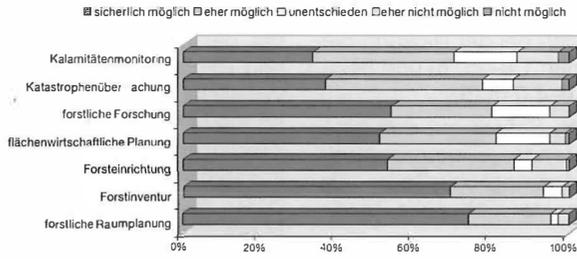


Abbildung 2: Umfrageergebnis: Einschätzung der Einsatzmöglichkeiten von Fernerkundungsinformation für verschiedene forstliche Anwendungen



Abbildung 3: Ergebnis einer Segmentierung eines Landsat TM Bildes hinterlegt mit dem Ausgangsbild (Farbkomposite 4-3-2)



Abbildung 5: Waldlayer des Testgebietes Höllengebirge, erzeugt durch segmentweise Auswertung von Landsat-TM-Daten

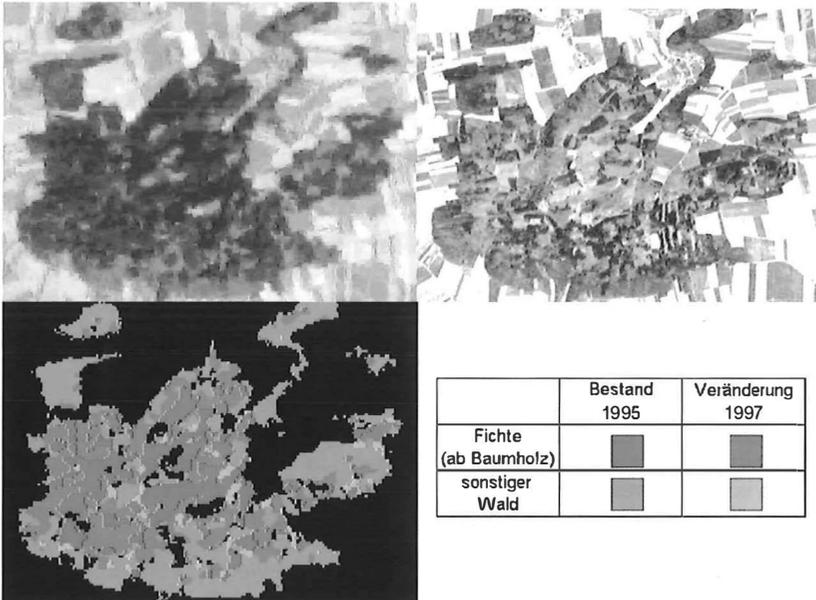


Abbildung 6: a.) Landsat-TM Bild aus dem Jahr 1995 (links oben), b.) IRS-1C panchromatisches Bild aus dem Jahr 1997 (rechts oben), c.) Waldflächenveränderung (insbesondere der Fichte) zwischen 1995 und 1997 (links unten)

reich auf, der dem mittleren Kronendurchmesser entspricht. Somit ergibt sich bei der Dickung die stärkste Abnahme zwischen 1,0–2,0 m und beim Stangenholz zwischen 2,0–4,0 m [5].

Dies läßt wiederum den Schluß zu, daß eine auf Bildregionen basierende Bildauswertung bessere Unterscheidungsmöglichkeiten für Waldbestände liefert als konventionelle pixelweise Methoden.

Topographische Beleuchtungskorrektur:

Da es in gebirgigen Regionen aufgrund unterschiedlicher Hangneigungen und Hangexpositionen zu geländebedingten Beleuchtungsunterschieden kommt, erschwert dieser Effekt die automatische Auswertung von Satellitenbilddaten. Beispielsweise können Baumhölzer auf einem Südhang die gleiche spektrale Signatur wie Stangenhölzer auf einem Nordhang aufweisen. Durch die Korrektur der geländebedingten Beleuchtungsunterschiede (topographische Korrektur) können die spektralen Signaturen auf Fernerkundungsbilddaten vereinheitlicht werden. Die Genauigkeit einer automatischen Bildauswertung kann damit deutlich verbessert werden.

Die Korrektur wurde nach dem Minneart-Korrekturmodell durchgeführt, wobei die Korrekturfaktoren für Waldbestände optimiert wurden [6].

4. Anwendungsmethoden:

Die Daten der neuen hochauflösenden Satellitensensoren ermöglichen sowohl detailliertere geometrische Kartierungen als auch differenziertere thematische Ausscheidungen. Anhand von zwei ausgewählten Anwendungsbeispielen aus dem Projekt MISSION-Forst wird die Verwendbarkeit dieser neuer Satellitenbilddaten im folgenden demonstriert:

Waldflächenkartierung:

Die Feststellung der Waldfläche über große Gebiete ist für viele Anwendungsgebiete der Forstwirtschaft von großem Interesse. Die Waldfläche Österreichs wird von drei verschiedenen Institutionen angegeben: von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (Österreichische Waldinventur), vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Ermittlung aus Katasterwidmung und ÖK 50) sowie vom Österreichischen Statistischen Zentralamt (Land- und Forstwirtschaftliche Betriebszählung). Aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden und Waldflächendefinitionen unterscheiden sich diese Angaben jedoch beträchtlich. Im Projekt MISSION-Forst wurde deshalb eine Methode der Waldflächen-

feststellung aus Satellitenbilddaten entwickelt, mit der unterschiedlichen Waldflächendefinitionen Rechnung getragen werden kann, und die vor allem eine aktuelle Darstellung in Kartenform ermöglicht [2]. Der in Abbildung 5 dargestellte Waldlayer wurde mittels regionenbasierter Satellitenbilddaten aus einer Landsat-TM Szene erarbeitet. In der Auswertung wurde eine Mindestbreite von 30 m und eine Mindestflächengröße von 0,5 ha berücksichtigt. Darüber hinaus liegt der Vorteil einer auf Satellitenbilddaten gestützten Waldflächenfeststellung in der Aktualität und Homogenität der Resultate für sehr große Gebiete.

Waldflächenmonitoring:

Veränderungen der Waldfläche können sowohl Ergebnis langfristig wirksamer Prozesse als auch Ergebnis rasch eintretender Störungen sein. Für das Monitoring langfristiger Prozesse, wie z. B. Schadstoffbeeinträchtigungen kann auf eine Reihe von Satellitenbildarchiven zurückgegriffen werden. Ab dem Jahr 1972 gibt es durch die Landsat-MSS Daten eine kontinuierliche Abdeckung der Landoberfläche, jedoch kann stellenweise auf noch ältere Daten, wie die des amerikanischen Spionagesatelliten Corona (Auflösung ca. 3 x 3 m²), zurückgegriffen [7]. Für das Monitoring rasch wirksamer Änderungen, wie Windwürfe oder Käferkalamitäten, ist infolge der Vielzahl an bereits vorhandenen Satellitenbilddatensystemen zumeist eine aktuelle Szene verfügbar. Aus Satellitenbilddaten können zwar nicht die Ursachen für die Waldflächenveränderung abgeleitet werden, wohl aber das Ausmaß und die Verteilung dieser Veränderungen. Am Beispiel von Fichtenreinbeständen im Alpenvorland konnte der kombinierte Einsatz verschiedener Satellitenbilddaten für das Waldflächenmonitoring demonstriert werden (Abbildung 6). Diese Fichtenreinbestände im Alpenvorland entsprechen nicht der natürlichen Waldgesellschaft und weisen eine hohe Schaddisposition gegenüber Windwurf, Schneebruch und Borkenkäferkalamitäten auf. Aus der Landsat-TM Szene aus dem Jahr 1995 ergab sich, daß mehr als die Hälfte der gesamten Waldfläche aus älteren Fichtenreinbeständen gebildet wird. In der IRS-1C-Szene aus dem Jahr 1997 zeigte sich eine Abnahme der Fichtenreinbestandsflächen in diesem Gebiet um 47 Prozent. Da solche großflächigen Änderungen nicht durch normale forstliche Nutzungen erklärt werden können, muß vielmehr angenommen werden, daß es sich dabei um Veränderungen aufgrund von abiotischen und/oder biotischen Schadereignissen handelt.

5. Zusammenfassung

Die exemplarisch angeführten Anwendungsbeispiele demonstrieren deutlich, daß durch die Auswertung hochauflösender Satellitenbilddaten ein wesentlicher Teil des forstlichen Informationsbedürfnisses in Österreich abgedeckt werden kann. Im Bereich der Methodenentwicklung besteht aber noch großer Forschungsbedarf, da langfristig gesehen die derzeitigen auf statistischen Ansätzen basierenden Auswertemethoden durch wissenschaftliche Methoden ersetzt werden müssen. Die bestehende Kooperation mit der forstlichen Öffentlichkeit wird weiter ausgebaut, um auch in Zukunft die forstlichen Informationsbedürfnisse in der Wahl der Forschungsschwerpunkte zu berücksichtigen.

6. Beteiligungen

Das Projekt MISSION-FORST wurde von Seiten des Landwirtschaftsministeriums von Dipl.-Ing. Vladimir Carnba, von Seiten der forstlichen Bundesversuchsanstalt von Dipl.-Ing. Manfred Gärtner und von Seiten der Fa. Umweltdata von Dipl.-Ing. Michael Sutter betreut.

Literatur

- [1] Banko, G. (1997a). Forstliche Anwendungsmöglichkeiten von Landsat-TM-Daten in Österreich; Dipl.-Arb., Wien, Univ. für Bodenkultur.
- [2] Burger, H. und Steinwendner, J. (1996). Study of forest mask generation from satellite imagery using image segmentation algorithms. In: Proceedings of the FIRS Workshop, Vienna, Oktober 1996, S. 465-476.
- [3] Haralick, R. M. und Shapiro, L. G. (1992). Computer and Robot Vision; Band I+II; Addison-Wesley; Reading, Massachusetts
- [4] Burger, H.; Banko, G. und Steinwendner, J.; (1997). Landnutzungserhebung in einem Wildbacheinzugsgebiet aus Satellitenbilddaten; In: Risikofaktoren in Wildbach- und Laweneinzugsgebieten, Symposium, September 1997, BZG Univ. f. Bodenkultur, Wien.
- [5] Burger, H.; Kroiher, F.; Steinwendner, J.; Schneider, W.; (1997). Analysis of simulated satellite imagery with different ground pixel sizes for forestry applications; In: Proceedings of DIP-97, SPIE-International Society for Optical Engineering, Vienna, in Druck.
- [6] Banko, G. (1997). Waldoptimierte Korrektur von geländebedingten Beleuchtungsunterschieden in Landsat-TM-Daten. In: Angewandte Geographische Informationsverarbeitung IX, Dollinger u. Strobl (Hrsg.), Salzburger geographische Materialien, Salzburg, Heft 26, S. 1-10.
- [7] Kaufmann, V. und Sulzer, W. (1997): Über die Nutzungsmöglichkeit hochauflösender amerikanischer Spionage-Satellitenbilder (1960-1972), VGI 3/97, S. 166-174.

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Gebhard Banko, Dipl.-Ing. Hannes Burger und Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Werner Schneider: Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien

Modellierung des Abflusses aus hochalpinen Einzugsgebieten unter Verwendung von Satellitendaten



Helmut Rott, Nikolaus Batlogg und Thomas Nagler, Innsbruck, Otto Pirker, Wien

Zusammenfassung

Verfahren für den Einsatz satellitengetragener Erdbeobachtung zur Modellierung und Vorhersage des Abflusses in hochalpinen Einzugsgebieten wurden entwickelt und im Einzugsgebiet Schlegeis (Zillertal) während zwei Abflußperioden erprobt. Wesentliche hydrologische Eingangsgrößen von Seite der Fernerkundung sind digitale Schneekarten, die aus Aufnahmen abbildender Radarsysteme (SAR) und optischer Sensoren abgeleitet werden. Testläufe zur Kurzfristprognose täglicher Abflüsse zeigen für die Periode der Schneeschmelze gute Ergebnisse, da sich die wesentlichen Eingangsdaten für das hydrologische Modell, Schneeflächen aus Satellitendaten und Lufttemperatur aus numerischen meteorologischen Vorhersagen, gut abschätzen lassen.

Abstract

Methods for the application of satellite data for modelling and forecasting the runoff in alpine drainage basins were investigated and tested in the drainage basin Schlegeis, Zillertal, in the Austrian Alps during two runoff seasons. Digital snow maps, derived from synthetic aperture radar and optical sensors, are the basic hydrological input data for the runoff calculations. Model runs show good results for runoff simulations during spring and summer. The quality of the short-term forecasts of daily runoff is good during the snowmelt period, because the main model input data, snow distribution from satellite data and air temperature from numerical meteorological forecasts, are accurate.