

# Landschaftserfassung mit Luftbildern und Satellitenbildern

T. KOUKAL

## 1. Einleitung

In vielen Disziplinen, wie etwa in der Landschaftsökologie, in der Raumplanung oder in der Forstwirtschaft, ist ein hoher Bedarf an raumbezogener Information, d.h. Karteninformation, gegeben. Wann immer Aufgaben wie Planung, Überwachung oder Prognose anstehen, müssen zu ihrer effektiven Bewältigung entsprechende Daten möglichst flächendeckend über größere Gebiete zur Verfügung stehen.

Für die Gewinnung räumlicher Information kommen unterschiedliche Methoden in Frage: zum einen können dies verschiedene Formen von Aufnahmen im Gelände sein und zum anderen stehen dafür Methoden der Fernerkundung zur Wahl. Darunter sind Verfahren zu verstehen, die es erlauben, aus größeren Entfernungen berührungsfrei Informationen über Art und Eigenschaften von Objekten zu gewinnen. Als Datentypen kommen dafür im wesentlichen Luftbilder, Satellitenbilder, Radaraufnahmen sowie Laserscanner-Daten in Frage. Alle folgenden Ausführungen beziehen sich auf die beiden erstgenannten Alternativen. Unter den Satellitenbildern können zwei Gruppen unterschieden werden: konventionelle Satellitenbilder mit einer Detailerkennbarkeit im Zehnermeterbereich, z.B. Landsat, und sogenannte räumlich hochauflösende Satellitenbilder der neueren Generation, die viele Ähnlichkeiten mit Luftbildern aufweisen.

Waren es anfangs fast ausschließlich militärische Anwendungen, die als Triebfeder der Weiterentwicklung und des technischen Fortschritts in der Fernerkundung wirkten, so sind es heute in zunehmendem Maße auch wissenschaftliche Interessen und praktische Anwendungen im Zusammenhang mit der Nutzung und dem Schutz natürlicher Ressourcen. Dabei tragen besonders folgende Eigenschaften von Fernerkundungs-

daten zu einem immer breiter werden Anwendungsspektrum bei:

- **Objektivität und Dokumentationswert:** Die Landschaft wird objektiv wiedergegeben, Auswertungen sind überprüfbar und können zu späteren Zeitpunkten wiederholt bzw. nach neuen Kriterien durchgeführt werden. Veränderungen (Landschaftswandel) lassen sich anhand historischen Bildmaterials zurückverfolgen. So wird derzeit am Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (IVFL) ein Forschungsprojekt bearbeitet, das sich mit der Veränderung der österreichischen Kulturlandschaft zurückgehend bis zum Franziszeischen Kataster (2. Landesaufnahme 1806-1869) beschäftigt. Herangezogen werden dafür unter anderem Luftbilder der letzten 50 sowie Satellitenbilder der letzten 25 Jahre.
- **Homogenität:** Große Bereiche werden unter einheitlichen Bedingungen abgebildet. Es entfallen somit Inkonsistenzen aufgrund unterschiedlicher Aufnahmesituationen.
- **räumlicher Zusammenhang und Unabhängigkeit von örtlichen Besonderheiten:** Durch die Vogelperspektive sind Gestalt, Größe, Verteilung und Verflechtung von Landschaftselementen sowie ihre Abgrenzungen (z.B. Bestandesgrenzen) besonders deutlich erkennbar. Besonders vorteilhaft ist, daß zur Erhebung der Daten die Zugänglichkeit (z.B. Steilhänge, Feuchtbiootope, etc.) keine Rolle spielt.
- **Detailreichtum:** Die Erkennbarkeit von Details reicht in Abhängigkeit vom Bildmaßstab bzw. räumlichen Auflösungsvermögen des verwendeten Sensors bis in den Dezimeterbereich.
- **3D:** Immer dann, wenn ein und dasselbe Gebiet von zwei verschiedenen

Aufnahmeorten aus abgebildet wird, ist eine stereoskopische Betrachtung möglich, d.h. es können wertvolle Informationen über die dreidimensionale Gestalt sowohl von Gelände als auch von einzelnen Objekten gewonnen werden (z.B. Ermittlung von Wassereinzugsgebieten, Bestimmung von Baumhöhen etc.).

- **multispektrale Information:** Das menschliche Auge ist nur für einen kleinen Bereich des elektromagnetischen Spektrums wahrnehmungsfähig, d.h. es kann nur Strahlung bestimmter Wellenlänge gesehen werden (sichtbares Licht). Nicht sichtbar für den Menschen sind z.B. Mikrowellen sowie infrarote und ultraviolette Strahlung. Mit einem fotografischen Film und besonders mit elektrooptischen Sensoren, die in der Fernerkundung zum Einsatz kommen, ist es hingegen möglich, Strahlung eines breiteren Wellenlängenspektrums zu erfassen, sichtbar zu machen und daraus Informationen über Objekteigenschaften, wie etwa Temperatur, Biomasse oder Wassergehalt, zu gewinnen (Abbildung. 1-1).



Abbildung 1-1: Überwachung von Schalenwildbeständen unter Verwendung von thermischen Infrarotaufnahmen [zur Verfügung gestellt vom Wildtierbiologischen Arbeitskreis (WildARK), Bern (Roman Eyholzer)]

**Autor:** Dipl.-Ing. Tatjana KOUKAL, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Str. 82, A-1190 WIEN

## 2. Technisch-physikalische Besonderheiten von Bilddaten und Möglichkeiten ihrer Interpretation

Luft- und Satellitenbilder weisen eine große Bandbreite auf. So können die Daten je nach verwendetem Sensor entweder analog oder digital, also entweder Fotos auf Film oder Bilddaten auf EDV-Datenträgern sein.

Ein weiterer Unterschied besteht in der räumlichen Auflösung. Diese ist eine Maßzahl für die Detailgenauigkeit der Aufnahme und wird oft in Form der Pixelgröße angegeben. Bei einer Pixelgröße von 1 m bildet ein Sensor Objekte von mindestens 1 m<sup>2</sup> Größe ab. So ist mit gering auflösenden Satellitenbildern nur die Unterscheidung zwischen Wald- und Nichtwaldflächen möglich, auf hochauflösenden Satellitenbildern lassen sich bereits Einzelbäume erkennen, und Luftbilder mit höchster räumlicher Auflösung liefern sogar Detailinformationen bis zur Aststruktur der einzelnen Bäume.

Davon zu trennen ist die spektrale Auflösung. Sie ist charakterisiert durch den abgedeckten Wellenlängenbereich einerseits und die Zahl der Bänder oder Kanäle, wie Intervalle des elektromagnetischen Spektrums oft genannt werden, andererseits. Die spektrale Auflösung bestimmt die Unterscheidbarkeit verschiedener Oberflächenarten aufgrund ihrer spezifischen Reflexionseigenschaften (Farbe).

Exemplarisch für die Vielzahl an verfügbaren Satelliten-Erdbeobachtungssensoren sollen hier die beiden Sensoren Landsat 7 und Ikonos vorgestellt werden (Tabelle 2.1).

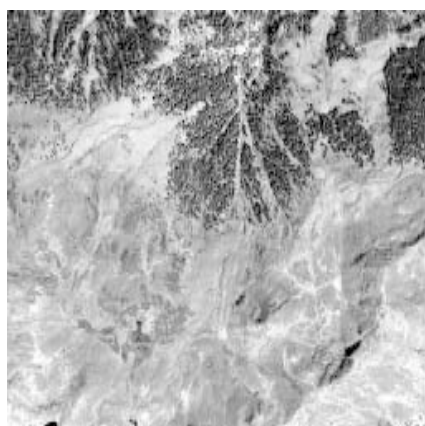


Abbildung 2-1: Bildbeispiele Ikonos panchromatisch (Raum Montafon): a Almfläche, b Siedlung

Landsat 7 ist ein Beispiel für einen Satelliten mit geringer räumlicher, dafür aber hoher spektraler Auflösung. Er liefert Bilddaten in 7 Spektralkanälen (blau, grün, rot, nahes IR, 2 x mittleres IR sowie thermisches IR). Zusätzlich ist ein panchromatischer Kanal verfügbar. Die Pixelgröße beträgt, abgesehen vom thermischen und panchromatischen Kanal, 30 m. Die Kosten betragen pro Vollszene (180 \* 180 km<sup>2</sup>) 600 US \$.

Ikonos hingegen ist mit einer Bodenaufklärung von 1 m<sup>2</sup> der Sensor mit der derzeit höchsten räumlichen Auflösung, liefert diese Detailgenauigkeit aber nur für den panchromatischen Kanal (Abbildung 2-1). Mit Ikonos-Aufnahmen kann in Zukunft fast jene Genauigkeit erreicht werden, die die Österreichische Luftbildkarte (ÖLK 10) bietet. Diese zeigt ein auf den Maßstab 1 : 10.000 entzerrtes Luftbild. Die Kosten liegen aber über jenen der ÖLK, wodurch diese Alternative nur in Gebieten Sinn macht, in denen keine Luftbilder verfügbar sind: Ikonos-Bilddaten kosten 18 US \$ pro km<sup>2</sup> (panchromatisch oder multispektral, systemkorrigiert, europäischer Raum).

matisch oder multispektral, systemkorrigiert, europäischer Raum).

Nicht zuletzt aufgrund der enormen Kostenunterschiede ist es unbedingt notwendig, für jedes Projekt den geeigneten Datentyp zu wählen. Je nach Aufgabenstellung können die gestellten Anforderungen an das Bildmaterial beträchtlich variieren.

Auch die Analyseverfahren muß sorgfältig auf das angestrebte Ziel abgestimmt werden. Die beiden grundsätzlichen Möglichkeiten sind visuelle Interpretation und automatisierte, digitale Analyse.

Visuelle Interpretation bedient sich der einzigartigen Fähigkeit des menschlichen Auswerters, Muster und räumliche Zusammenhänge zu erfassen, wodurch damit verbundenes Expertenwissen in die Interpretation einfließen kann. Ein hohes Maß an Subjektivität sowie der große Zeitaufwand dieser Methode sind jedoch unübersehbare Schwachpunkte.

Diese Schwierigkeiten treten hingegen nicht bei der automatisierten Analyse auf. Sie zeichnet sich durch Wirtschaftlichkeit, Übertragbarkeit der Methodik sowie durch Homogenität und Nachvollziehbarkeit der Resultate aus. Besonders zielführend ist die Automatisierung dann, wenn es gelingt, die Vorgangsweise des menschlichen Auswerters bestmöglich zu imitieren. Auch Expertenwissen kann in Form von wissensbasierten Regelwerken eingebunden werden.

Tabelle 2.1: Spektrale Auflösung und Pixelgröße der Satelliten Landsat und Ikonos (die grau unterlegten Bänder decken den für den Menschen sichtbaren Wellenlängenbereich ab)

Landsat 7			Ikonos		
Band	Wellenlänge (µm)	Pixelgröße (m)	Band	Wellenlänge (µm)	Pixelgröße (m)
1	0.450-0.515 (blau)	30	1	0.45-0.52 (blau)	4
2	0.525-0.605 (grün)	30	2	0.52-0.60 (grün)	4
3	0.630-0.690 (rot)	30	3	0.63-0.69 (rot)	4
4	0.750-0.900 (nahes IR)	30	4	0.76-0.90 (nahes IR)	4
5	1.55-1.75 (mittl. IR)	30	pan	0.45-0.90	1
6	10.4-12.5 (therm. IR)	60			
7	2.08-2.35 (mittl. IR)	30			
pan	0.52-0.90	15			

## 3. Anwendungen

### 3.1 „Lesen in der Landschaft“ ....

Die Arbeit des Fernerkunders bzw. Bilddatenverarbeiters endet nicht mit der

Herstellung von thematischen Karten. Die Ergebnisse der Bildinterpretation werden vielmehr weiteren Analysen unterzogen (Einbindung in geographische Informationssysteme). Dies geschieht mit dem Ziel, zusätzlich zur bereits gewonnenen qualitativen Information (z.B. thematische Karte der Landbedeckung) auch Aussagen über quantitative Zusammenhänge machen zu können. Ein Beispiel dafür ist die quantitative Beschreibung der Landschaft, die für viele Fragen der Landschaftsökologie von Interesse ist. Die Erdoberfläche gliedert sich in mehr oder weniger homogene Bereiche, sie werden Landschaftselemente genannt. Je nach Form unterscheidet man zwischen Patches (kompakte Form), Korridoren (langgestreckte Form) sowie der Matrix, in die die genannten Landschaftselemente eingebettet sind [1]. In einer ackerbaudominierten Landschaft bilden Äcker die Matrix, eingestreut sind Patches von kleinen Waldbeständen und Siedlungen. Daneben gibt es auch Korridore, wie z.B. Bachläufe, Straßen, Eisenbahnlinien (*Abbildung 3-1*). In einer Waldlandschaft hingegen bilden Waldflächen die Matrix, eingestreut sind Patches von Äckern und Siedlungen. Auch die Größe der Landschaftselemente ist ein wichtiges Attribut zur Beschreibung einer Landschaft, so kann z.B. zwischen groß- und kleinstrukturierten unterschieden werden. In intensiv genutzten Landschaften überwiegen beispielsweise große, geradlinig begrenzte Acker- und Aufforstungsflächen. Analysiert man die Struktur einer Landschaft mit Hilfe von Satellitenbildern, so ist es möglich, diese durch Kennzahlen zu charakterisieren. Diese Strukturindizes können dann in weiterer Folge dazu verwendet werden, verschiedene Landschaften zu vergleichen, zeitliche Veränderungen zu verfolgen bzw. Rückschlüsse auf ablaufende Prozesse zu ziehen. Darunter sind sämtliche Stoff- und Energieflüsse zu verstehen, wie etwa Wasserkreislauf, Nährstoffflüsse, Erosion, Wanderung von Tieren und dergleichen. Diese Prozesse wirken sich unmittelbar auf Parameter wie beispielsweise die Biodiversität aus. Somit stellt die Landschaftsstruktur einen wertvollen Indikator zur Beurteilung dieser Parameter dar [2]. So weist etwa ein durch kleine Lücken (Gaps) und Lichtungen strukturiertes



**Abbildung 3-1: Landschaftselemente einer ackerbaudominierten Landschaft (auf Satellitenbild (Landsat) visuell abgegrenzt), links anschließend: Waldlandschaft**

Waldgebiet eine höhere Biodiversität auf als eine arrondierte, homogene Waldfläche.

### 3.1.1 Beispiel Steinkauz

Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Kulturlandschaftsforschung“ (finanziert durch das ehem. Bundesministerium für Wissenschaft, Verkehr und Kunst) widmete sich ein Modul dem vom Aussterben bedrohten Steinkauz („Einfluß kulturlandschaftstypischer Faktoren auf die Bestandesentwicklung des Steinkauzes in Niederösterreich und Burgenland“).

Ziel des am IVFL bearbeiteten Projekts war die Erhebung der Veränderung der Landbedeckung und Landschaftsstruktur in fünf ausgewählten Gebieten Niederösterreichs und des Burgenlands in den letzten 10 Jahren, um Ursachen für die negative Entwicklung der heimischen Steinkauzpopulation zu ergründen [3]. Als Datengrundlage wurden Landsat TM Satellitenbilder aus den Jahren 1984 und 1994 verwendet (*Abbildung 3-2*). Nach Unterteilung der Bilder in homogene Bereiche (Segmentierung) wurde jedem

einzelnen Segment eine Landbedeckungsklasse (z.B. Ackerkulturen, Wald, versiegelte Fläche) zugewiesen (Klassifizierung); *Abbildung 3-3*.

Weiters wurden für jedes Segment Größe und Gestaltparameter berechnet sowie die räumliche Verteilung der Segmente unterschiedlicher Landbedeckung ermittelt. Auf diese Weise war es möglich, Veränderungen der Landbedeckung sowie der Landschaftsstruktur zu den beiden Kartierungszeitpunkten in den einzelnen Testgebieten zu erheben.



**Abbildung 3-2: Satellitenbildausschnitt (Landsat) Raum Schwechat**



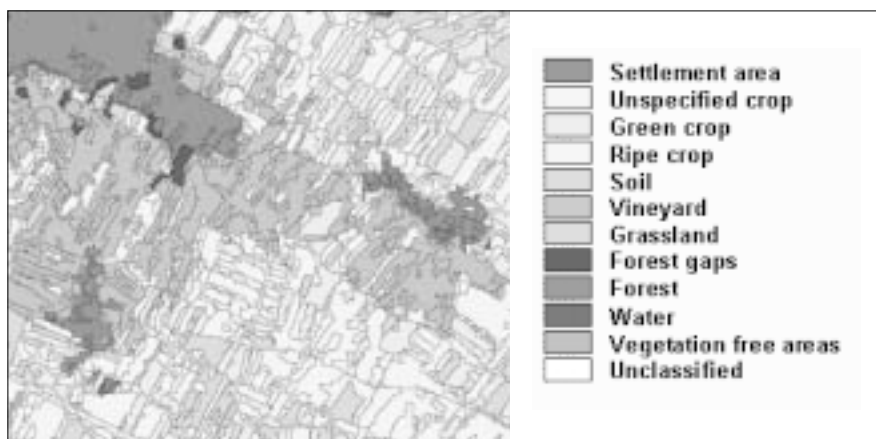


Abbildung 3-3: Ergebnis der Segmentierung und Klassifizierung des in Abb. 3-2 gezeigten Bildausschnitts

Es konnten erhebliche Veränderungen der Landbedeckung festgestellt werden. Der Rückgang an Grünlandflächen bei gleichzeitiger Zunahme der landwirtschaftlichen Nutzflächen oder die Vergrößerung der Feldflächen („ausgeräumte Landschaft“) sind Beispiele dafür. Es hat sich weiters gezeigt, daß jene Landschaften für den Steinkauz am besten geeignet sind, deren Landschaftselemente besonders unregelmäßig und innig verzahnt und besonders heterogen hinsichtlich der Landbedeckung sind, was einen höheren Arten- und Individuenaustausch ermöglicht und sich positiv auf das Nahrungsangebot des Steinkauzes auswirkt.

Eine derartige objektive Bewertung der Landschaftsstruktur ist über den Steinkauz hinaus auch für andere Tier- und Pflanzenarten von großer Bedeutung.

### 3.1.2 Beispiel Wildökologische Korridore

In intensiv genutzten Agrarlandschaften fehlen oft Strukturen, die eine großräumige Vernetzung von Wildtierlebensräumen ermöglichen. Diese Strukturen werden auch wildökologische Korridore genannt. Derartige wildökologische Aspekte werden unter anderem aus Mangel an Information meist nur unzureichend in Landschafts- und Raumplanungskonzepten einbezogen.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen der Forschungsstimulation der Universität für Bodenkultur Wien ein Projekt gestartet, in dem die Fachbereiche Wildbiologie (Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft), Landschaftspflege und Naturschutz (Institut für Freiraumgestal-

tung und Landschaftspflege) sowie Fernerkundung (Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation) kooperieren [4]. Es hat sich zum Ziel gesetzt, abzuschätzen, inwieweit durch Methoden der Fernerkundung zeitaufwendige terrestrische Erhebungen auf ein Minimum reduziert werden können. Anhand von Luftbildern und in Zukunft auch von hochauflösenden Satellitenbildern werden die für waldbundene Tierarten besonders relevanten Gehölz-Korridore sowie Wanderungsbarrieren (z.B. wilddichte Zäune, hohe Stützmauern entlang von Verkehrswegen, regulierten Flüssen oder künstlich angelegten Kanälen) analysiert. In Folge sind auch Habitatmodellierungen geplant, bei denen unter Berücksichtigung des Wildwanderungswiderstandes der Landschaft arttypische Wanderungen simuliert werden sollen.

### 3.2 Waldinformation aus Satelliten- und Luftbilddaten

Prinzipiell können Satellitenbilder einerseits grundlegende Information über die Waldbedeckung eines Gebietes (Wald – Nichtwald) und mit gewissen Einschränkungen über die Baumarten- (Nadelwald

– Mischwald – Laubwald) und Altersklassenverteilung (Jugend – Dichtung – Stangenholz – Baumholz – Altholz), Bestandesdichte (Überschirmungsgrad) usw. liefern. Ansatzweise können auch Informationen über den Waldzustand (Kronenverlichtung) gewonnen werden. In den meisten Fällen ist es aber zielführender, sich dabei auf Vorerhebungen zur Planung detaillierterer Untersuchungen mit Farb-Infrarot-Luftbildern oder terrestrischen Aufnahmen zu beschränken (Stratifizierung).

Luftbilder ermöglichen thematisch genauere Ansprachen und können daher für Waldkartierungen, zahlreiche Teilaufgaben der Forsteinrichtungen (z.B. Flächenausscheidung, standörtliche Charakterisierung der einzelnen Waldflächen, Kartenfortführung), Waldzustandsinventuren usw. eingesetzt werden [5].

#### 3.2.1 Beispiel Regionalstudie „Inneres Salzkammergut“

Ziel der Satellitenbilddauswertung im Rahmen der Regionalstudie „Inneres Salzkammergut“ [6] war die Kartierung der Landbedeckung. Besondere Berücksichtigung galt der Waldbedeckung, da in weiterer Folge die Schutzwirksamkeit des Waldes in diesem Gebiet analysiert werden sollte (Abbildung 3-4). Neben einer Trennung in Nadel- und Laubwald in fünf Mischungsstufen ist auch eine Trennung nach Altersklassen gelungen. Grundlage für die Bilddauswertung war die Kombination von hochauflösenden panchromatischen Daten (IRS-1C) sowie multispektralen Daten geringer räumlicher Auflösung (Landsat TM). Dadurch war es möglich, sowohl kleinräumige Strukturen wie Forststraßen im Waldbereich oder schmale Schuttrinnen geometrisch genau zu kartieren als auch einen hohen Grad an thematischer Differenzierung zu erreichen.

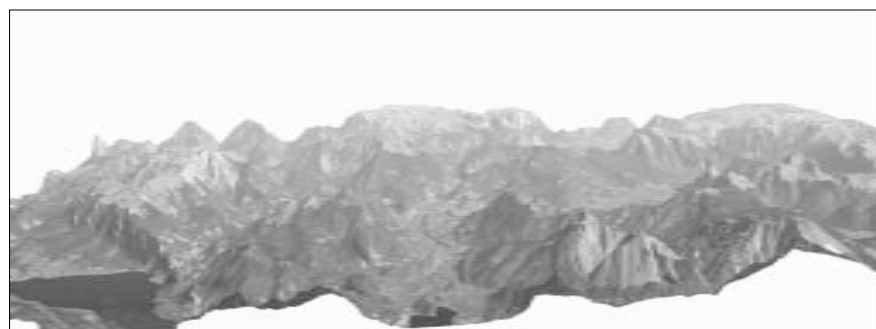


Abbildung 3-4: 3D-Ansicht Salzkammergut (Blick nach Osten)

Einen weiteren wichtigen Input lieferten thematische und topographische Zusatzdaten, wie digitales Geländemodell, im Gelände stichprobenweise erhobene Bestandesdaten sowie Bestandesinterpretationen aus Luftbildern.

### 3.3 Luftbilder und ihr Einsatz im Risikomanagement

#### 3.3.1 Beispiel Galtür / Paznauntal

Im Februar 1999 ereignete sich im Gebiet Galtür / Paznauntal eine der größten Lawinenkatastrophen der letzten Jahrzehnte. Bereits zwei Tage nach dem Unglück wurde das Gebiet für Luftbildaufnahmen befliegen (Abbildung 3-5).

Das für das Unglück hochaktuelle Bildmaterial dokumentiert die abgegangenen Lawinen und die damit verbundenen Schäden mit hoher Detailgenauigkeit. Gewonnen werden können einerseits Informationen über die dreidimensionale Geländeform, wie etwa Hangneigung oder Bruchkanten im Gelände, und andererseits können Anrisskanten, Lawinbahnen, Ablagerungsbereiche, Fließvektoren, etc. exakt kartiert werden. Auf



Abbildung 3-5: Luftbildausschnitt nach der Lawinenkatastrophe im Februar 1999



Abbildung 3-6: Fließvektoren kartiert im Ablagerungsgebiet einer Lawine

diese Weise konnten allein im Paznauntal über 50 Lawinen analysiert werden (Abbildung 3-6).

Gemeinsam mit meteorologischen Daten, wie Temperatur, Windverhältnisse, Schneehöhe etc., lassen sich Rückschlüsse auf die Bedingungen ziehen, die zu den verheerenden Lawinenereignissen geführt haben. Mit Hilfe von Modellen und darauf basierenden Simulationen wird versucht, das Risiko und Ausmaß eines Lawinenabgangs bei gegebenen Bedingungen abzuschätzen. Im Vordergrund steht die Ermittlung lawinengefährdeter Bereiche mit dem Ziel einer verbesserten Katastrophenprävention. Es wird angestrebt, eine Grundlage für Entscheidungsträger, z.B. den Bürgermeister eines Ortes, zur Verfügung zu stellen, mit deren Hilfe im konkreten Fall erforderliche Maßnahmen, wie z.B. die Notwendigkeit einer Evakuierung, bestimmt werden können [7].

Die Finanzierung des Projekts erfolgt durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie durch Gelder der Universität für Bodenkultur Wien.

## 4. Ausblick

Die Entwicklung der Fernerkundung ist nicht abgeschlossen, sondern geht vielmehr kontinuierlich in mehrere Richtungen weiter:

- Neue und verbesserte Sensoren - wie etwa vom Flugzeug aus betriebene Laser Scanner - eröffnen neue Informationsmöglichkeiten (insbesondere zum Beispiel über die Struktur und damit die Schutzwirksamkeit von Waldbeständen).
- Die automatischen, digitalen Auswerteverfahren nähern sich in Flexibilität und thematischen Differenzierungsmöglichkeiten den Leistungen menschlicher Bildinterpretieren an, bieten aber gleichzeitig die Vorteile der Wirtschaftlichkeit sowie der Homogenität und Nachvollziehbarkeit.
- Weiterentwicklungen von Modellierungen (etwa der potentiellen Lebensräume von Tier- und Pflanzenarten), Simulationen (etwa von naturschutzbezogenen Managementmethoden) und Visualisierungen (etwa von geplanten Landschaftseingriffen) werden

die praktische Anwendbarkeit dieser Techniken verbessern.

- Das Internet und Entwicklungen zu seinem Einsatz für die Verbreitung und ortsunabhängige gemeinsame Nutzung von Fernerkundungsdaten und daraus abgeleiteten Geoinformationen werden zur Verbreitung dieser Daten, Informationen und Methoden beitragen.

In den vergangenen Jahrzehnten haben dramatische Fortschritte der analytischen Wissenschaften insgesamt und der exakten Naturwissenschaften im besonderen zu praktischen Umsetzungen in der Technik und zu wirtschaftlichen Nutzungen und damit zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen geführt. Dabei wurden jedoch oft die vielfältigen und komplizierten Wechselwirkungen mit der Natur außer Acht gelassen, was zu den bekannten ökologischen Problemen geführt hat. Jetzt und in der nächsten Zukunft geht es darum, die analytischen Wissenschaften zur Lösung dieser anstehenden Probleme des Naturschutzes im weitesten Sinn einzusetzen, um eine nachhaltige Entwicklung zu ermöglichen. Werkzeuge dazu sind auf dem Gebiet der Informationsverarbeitung in erster Linie die hier angedeuteten Werkzeuge der Fernerkundung und der Geoinformatik.

## Zusammenfassung

Luft- und Satellitenbilder weisen ein breites Anwendungsspektrum auf. Die wichtigsten technisch-physikalischen Grundlagen dieser Bilddaten und ihre Auswertemöglichkeiten werden ebenso beschrieben wie einige ausgewählte Anwendungen anhand konkreter, am Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (Universität für Bodenkultur Wien) durchgeführter Projekte.

## Literatur

- [1] Forman, R. T. T.: Land Mosaics – The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, 1997.
- [2] Wrba, T., Reiter, T., Szerencsits, E., Beissmann, H., Mandl, P., Bartel, A., Schneider, W.: Landscape structure derived from satellite images as indicator for sustainable landuse. In: Nieuwenhuis, G.J.A., Vaughan, R.A., Molenaar, M. (Eds.): Operational remote sensing for sustainable development. Proceedings of the 18th EAR-SeL Symposium, 11-14 May 1998, Enschede. 119-127. A.A. Balkema, Rotterdam, 1999.

- [3] Grillmayer, R.: Satellitenbildbasierte Analyse der Landschaftsstruktur für die Habitatbewertung des Steinkauzes. In: Strobl J., Blaschke Th., G. Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, Beiträge zum AGIT-Symposium, 202-209, Salzburg, 2000.
- [4] Wildökologische Korridore: <http://ivfl.boku.ac.at/wildoek>
- [5] Hildebrandt, G.: Fernerkundung und Luftbildmessung für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie, Heidelberg: Wichmann, 1996.
- [6] Projektstudie Inneres Salzkammergut: <http://ivfl.boku.ac.at/salzkammergut/>
- [7] Fuchs, H., Dissauer, M., Holub, M., Kleemayer, K., Volk, G.: Lawinenkundliche und waldbauliche Analyse des Katastrophenwinters 1998/99 und Erstellung eines Standardverfahrens zur dynamisierten Ermittlung lawinengefährdeter Bereiche mit dem Ziel einer verbesserten Katastrophenprävention, 1. Zwischenbericht, unveröffentlicht, 2000.