



Biotopkartierung im alpinen Raum mit Methoden der Fernerkundung

Heinz Gallaun ¹, Mathias Schardt ², Klaus Granica ³

¹ JOANNEUM RESEARCH, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Wastiangasse 6, A-8010 Graz

² JOANNEUM RESEARCH, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Wastiangasse 6, A-8010 Graz

³ JOANNEUM RESEARCH, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Wastiangasse 6, A-8010 Graz

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **86** (3), S. 137–143

1998

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Gallaun_VGI_199818,  
Title = {Biotopkartierung im alpinen Raum mit Methoden der Fernerkundung},  
Author = {Gallaun, Heinz and Schardt, Mathias and Granica, Klaus},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {137--143},  
Number = {3},  
Year = {1998},  
Volume = {86}  
}
```



ten Informationsdiensten vertraut gemacht. Basierend auf den hier entwickelten Lösungen können sie eigene Anwendungen entwickeln.

Künftige Arbeiten werden sich auf die Integration von weiteren Datensätzen konzentrieren und sich im übrigen an der weiteren Entwicklung von Hard- und Software im Internet orientieren:

- Verbesserung der Kompatibilität von Java mit vorhandenen WWW-Infrastrukturen;
- Sicherheitsaspekte beim Transfer von Programmen bzw. Zugriff auf lokale Dateien;
- Normierung von Katalogabfragen auf globaler Basis, entsprechend dem neuen Standard „Catalogue Interoperability Protocol“ (CIP);
- Infrastrukturen zur automatisierten Exekution von speziellen Programmaufgaben auf optimalen Hard- und Softwarekonfigurationen.

Ziel all dieser Bemühungen ist es, unter Verwendung der weltweit im Internet verfügbaren Ressourcen, Fernerkundungsdaten erfolgreich für Anwendungen in Österreich zu nutzen, sowie die interationale Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Forschung und Wirtschaft zu fördern.

Literatur

- [1] *Leberl F.; Kalliany R.*: Innovationen in Sensortechnik und Datennetzwerken. Vermessung und Geoinformation VGI, 84. Jhg, 1/96, S. 6-13.

- [2] *Leberl F.; Kalliany R.*: Satellite Remote Sensing in Austria and the European Center for Earth Observation. Vermessung und Geoinformation VGI, 83. Jhg, 1+2/95, S. 37-47.
- [3] *Gosling J. et al.*: Java Programming Language, SunSoft Press, 1996
- [4] *Schiewe J.*: MOMS-02: Gelungenes Experiment ohne Zukunft?. Photogrammetrie / Fernerkundung / Geoinformation PFG 1/98, S. 17-25.
- [5] *Kalliany R.*: Das Fernerkundungs-Experiment FEM während des Österreichisch-Sowjetischen Raumfluges AUSTROMIR. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie – ÖZ, 80. Jhg 1/92, S. 3-19.
- [7] *Maurer H.; Grim A.; Fessl Ch.*: Der Einsatz von modernen WWW-Systemen als multimediale Datenspeicher. Vermessung und Geoinformation VGI, 85. Jhg, 3/97, S. 190-197.
- [8] *Niederl F.*: Online order and delivery system for remote sensing datasets, EO/Geo Workshop, Salzburg, 1998
- [9] *Kalliany R.*: Locating Ground Control Features with Sub-pixel-Accuracy, Proceedings of the 11th EARSeL Symposium, Graz, 1991, S. 418-427.

WWW-Adressen

- [W1] Network Wizards: <http://www.nw.com>
[W2] CEO: <http://www.ceo.org>
[W3] Erdbeobachtung: <http://www.icg.tu-graz.ac.at/eb>
[W4] MISSION: <http://www.icg.tu-graz.ac.at/mission>
[W5] Java-Tools: <http://www.icg.tu-graz.ac.at/tools>

Anschrift der Autoren

Rainer Kalliany und Franz Niederl: Institut für maschinelles Sehen und Darstellen (ICG), Technische Universität Graz. A-8010 Graz, Münzgrabenstraße 11.
E-Mail: kalliany@icg.tu-graz.ac.at,
niederl@icg.tu-graz.ac.at



Biotopkartierung im alpinen Raum mit Methoden der Fernerkundung

Heinz Gallaun, Mathias Schardt und Klaus Granica, Graz

Zusammenfassung

Kenntnisse über die Verteilung von Biotopen des alpinen Raumes sind aus ökologischer Sicht von großer Bedeutung. Da es jedoch über dem Dauersiedlungsraum nur vereinzelte, kleinräumige Kartierungen gibt, wurde eine mehrphasige Methode zur Biotopkartierung für den Bereich über dem Dauersiedlungsraum entwickelt. Durch den kombinierten Einsatz von Satellitenbilddaten, Luftbildern und terrestrischen Erhebungsmethoden für eine mehrphasige Inventur können dabei die Vorteile der verschiedenen Inventurinstrumente bzw. Verfahren optimal genutzt werden.

Abstract

Knowledge of the distribution of alpine biotopes is of great importance from an ecological point of view. However, only small and isolated alpine areas have been mapped up to now above permanent settlements. A multi-phase approach to mapping alpine biotopes is presented that takes advantage of the combined use of satellite imagery, airphotos, and ground survey techniques for inventory purposes.

1. Einleitung

Der Begriff Biotop setzt sich aus den griechischen Silben bios (= Leben) und topos (= Ort,

Stelle, Raum) zusammen und läßt sich daher wörtlich mit Lebensraum übersetzen. Kaule [5] betrachtet ihn im Zusammenhang mit Biotopkartierungen als eine natürliche oder naturnahe Flä-

che mit besonderer ökologischer Wertigkeit, ein extensives Kulturökosystem oder einen anthropogen bedingten Sonderstandort mit Bedeutung für die Tier- und Pflanzenwelt.

Die wichtigsten Voraussetzungen für den umfassenden Schutz der Biotope stellen die genaue Kenntnis von Standorten und Verteilung dar. Bisher führte der Weg zu diesem Wissen vorwiegend über Standortkartierungen. Was nach [9] in vielen anderen europäischen Ländern mehr oder weniger flächendeckend vorhanden ist, ist in Österreich, wo die ersten Biotopkartierungen Anfang der 80-er Jahre vorgenommen wurden, nicht zuletzt aufgrund der geographischen Lage und den damit verbundenen Schwierigkeiten, Begehungen in schwer zugänglichen Gebieten der höheren Lagen durchzuführen, nur fragmentarisch erreicht worden [8]. Daher wurde in Zusammenarbeit mit der Steiermärkischen Landesregierung und dem Umweltbundesamt eine fernerkundungs-gestützte Methode zur großräumigen Biotopkartierung entwickelt.

Zur Untersuchung der großflächigen Anwendbarkeit der Methode wurde das Gebiet, das von den beiden Kartenblättern Schladming und Gröbming der Österreichischen Karte 1 : 50 000 dargestellt wird, ausgewählt. Dieses Gebiet ist repräsentativ für große Bereiche des Alpenraumes, da die Höhenstufen montan bis hochalpin sowie die in den Alpen am häufigsten auftretenden geologischen Formationen Kalk und Kristallin abgedeckt werden.

2. Konzept

Zur Zeit werden Biotopkartierungen hauptsächlich mit Hilfe von Geländeerhebungen durchgeführt, die vor allem im alpinen Raum sehr zeit- und kostenintensiv sind. Um den Aufwand für die Geländeerhebung zu reduzieren, wurde eine mehrphasige Methode zur Biotopkartierung für den Bereich über dem Dauersiedlungsraum entwickelt. Durch den kombinierten Einsatz von Satellitenbilddaten, Luftbildern und terrestrischen Erhebungsmethoden werden dabei die komplementären Informationen der verschiedenen Inventurinstrumente bzw. Verfahren genutzt.

Das Verfahren ist in drei Phasen gegliedert:

PHASE I

In der ersten Phase wird eine Klassifizierung von Satellitenbilddaten durchgeführt. Für die Klassifikation wird berücksichtigt, daß das Auftreten von Biotoptypen im alpinen Raum an spe-

zifische naturräumliche Bedingungen gebunden ist. Um diese Gesetzmäßigkeiten für die Optimierung der Klassifikation einzusetzen, wurde ein Regelwerk aufgebaut, das die Standortseignung in Abhängigkeit von der Höhenstufe, Geologie, Neigung und Sonnenexposition wiedergibt. Dieses Regelwerk wird daraufhin für eine regelbasierte Klassifizierung verwendet. Ergebnis der ersten Phase ist eine flächendeckende Biotoptypenkartierung

PHASE II

Durch visuelle Interpretation von CIR-Luftbildern an einem Stereoauswertegerät wird die Biotoptypenkartierung der ersten Phase in dieser Phase zu einer Biotopkartierung verfeinert. Dabei müssen zahlreiche Flächen, wie z.B. Fettwiesen- und weiden, anstehender Fels, Aufforstungen etc., die bereits in Phase I mit ausreichender Detailliertheit erfaßt sind, nicht mehr ausgewertet werden. Weiters werden die in Phase III terrestrisch zu erhebenden Biotope auf IR-Luftbildkarten abgegrenzt, wodurch die Geometrie der durch Feldbegehung zu erhebenden Biotope gegeben ist.

Als Ergebnis der Phasen I und II ist ein Großteil der Fläche durch Auswertung der Fernerkundungsdaten ohne terrestrische Erhebung kartiert.

PHASE III

Biotope, die in den Phasen eins und zwei nicht mit ausreichender Genauigkeit kartiert werden können, werden in Phase drei terrestrisch begangen. Als Grundlage für die terrestrische Kartierung dienen die Ergebnisse der Phasen I und II. Eine vorläufige Abgrenzung der terrestrisch zu erhebenden Biotope wird dabei bereits in Phase II mittels Luftbildinterpretation vorgenommen. Im Laufe der Felderhebungen werden diese Grenzen modifiziert und wenn notwendig ergänzt. Da diese Felderhebungen nur für einen Teil der Biotope erforderlich ist, kann eine großflächige Biotopkartierung auch im alpinen Raum mit vertretbarem Aufwand realisiert werden.

3. Phase I – Satellitenbilddatenauswertung

3.1. Klassifizierung der Biotoptypen außerhalb des Waldes mit Regelwerk

Das Auftreten von Biotopen ist vor allem im alpinen Raum oft an spezifische naturräumliche Bedingungen gebunden. Zu nennen sind hier beispielsweise die Parameter Geologie, Höhenstufe, und Wasserverfügbarkeit. Latschenbuschwald kommt z.B. nur in bestimmten Hö-

henstufen vor, Hochmoore kommen nicht auf Hängen und nicht auf Kalk vor, usw. Daher wurde als Grundlage der Klassifikation ein Regelwerk aufgebaut, das diese Gesetzmäßigkeiten wiedergibt.

Um eine großflächige Anwendbarkeit der Methode zu gewährleisten, wurden nur solche Parameter für das Regelwerk verwendet, die für eine landes- bzw. bundesweite Auswertung operationell einsetzbar sind.

Parameter wie Bodentyp, Nährstoffversorgung und Wasserversorgung liegen für den alpinen Raum, wenn überhaupt, nur lokal vor und wurden daher nicht in das Regelwerk integriert.

Die Anwendung des Regelwerkes liefert als Ergebnis eine Beurteilung inwieweit eine Einschränkung der Standortseignung entsprechend der im GIS vorliegenden Parameter für einen bestimmten Geländeausschnitt gegeben ist. Dabei ist die Standortseignung folgendermaßen quantifiziert:

- 0 – nicht geeignet (Ausschlußfläche)
- 1 – sehr schlecht geeignet (aber möglich)
- 2 – schlecht geeignet
- 3 – geeignet
- 4 – gut geeignet
- 5 – sehr gut geeignet

Als Beispiel zeigt die Tab. 1 die Standortseignung für Wimperalpenrosenheiden, Rostalpenrosenheiden und Lärchwiesen in Abhängigkeit der im Regelwerk berücksichtigten Parameter.

Ausschlaggebend für die Gesamtbewertung der Standortseignung für einen bestimmten Geländeausschnitt ist jeweils die ungünstigste Einstufung laut Regelwerk. Auch wenn z.B. aufgrund der Exposition, der Geologie und der Neigung ein bestimmter Geländeausschnitt als Standort für Latschenbuschwald sehr gut geeignet ist, wird wenn dieser Geländeausschnitt im subnivalen Klimabereich liegt, die Standortseignung aufgrund der Höhenstufe als „nicht geeignet“ eingestuft. Mathematisch wird diese „ungünstigste“ Standortseignung durch eine Minimumbildung der einzelnen Standortseignungen (Geologie, Höhenstufe, Exposition und Neigung) berechnet. Das Ergebnis dieser Operation ist nicht die absolute Standortseignung eines bestimmten Geländeausschnittes für die jeweiligen Biotoptypen, sondern eine Bewertung der Standortseignung anhand der einbezogenen Parameter. Die Abb. 1 zeigt das Ergebnis der Anwendung des Regelwerkes für die Standortseignung von Wimperalpenrosenheiden.

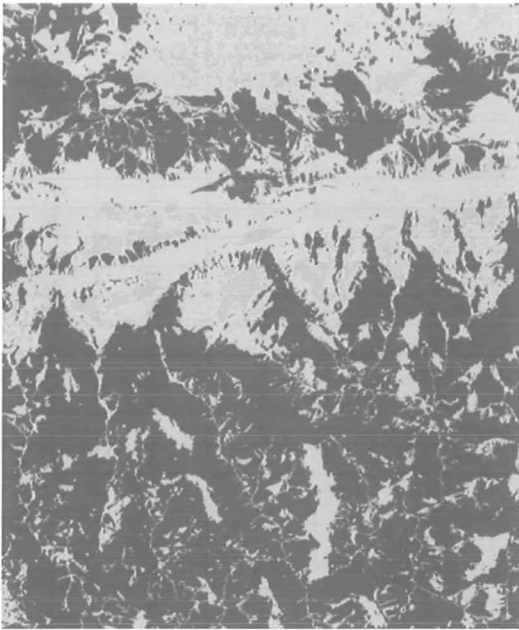
Für die Klassifizierung werden als erster Schritt Referenzgebiete im Satellitenbild abge-

	WIMPER-ALPEN-ROSENHEIDE	ROST-ALPEN-ROSENHEIDE	LÄRCH WIESEN
GEOLOGIE:			
Karbonat dom.	5	2	5
Silikat dom.	2	5	5
HÖHENSTUFE:			
nival	0	0	0
subnival	0	0	0
oberalpin	2	2	0
unteralpin	4	5	0
subalpin	5	5	5
obermontan	3	3	2
untermontan	1	1	0
SONNEN-EXPOSITION:			
sehr hoch	2	3	3
hoch	3	4	3
mittel	5	5	5
gering	5	4	5
schattig	3	3	5
NEIGUNG IN %:			
0-2	5	5	5
3-7	5	5	5
8-15	5	5	5
16-35	5	5	5
36-60	5	5	5
>60	5	5	1

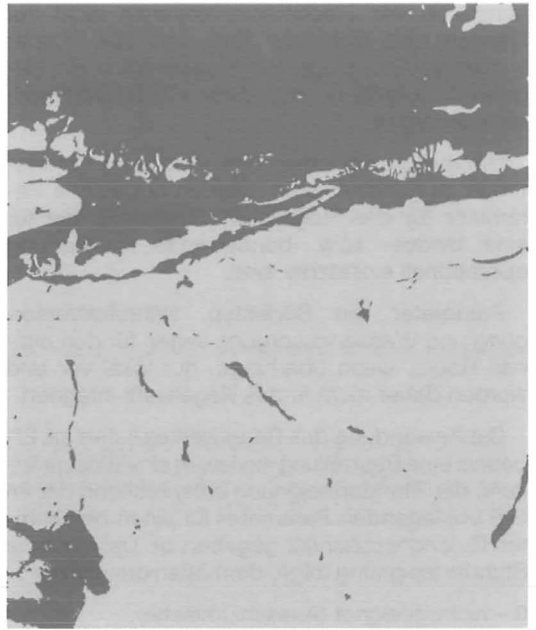
Tab. 1: Beispiel für die Einstufung der Standortseignung entsprechend dem Regelwerk

grenzt, deren Biotoptyp bekannt ist. Als Maß der Ähnlichkeit eines abgebildeten Geländepunktes mit einem Referenzgebiet wird die euklidische Distanz im Merkmalsraum berechnet. Als Merkmale werden die einzelnen Bänder der multispektralen Satellitenbilddaten sowie die von hochauflösenden panchromatischen Satellitenbilddaten abgeleitete Textur verwendet.

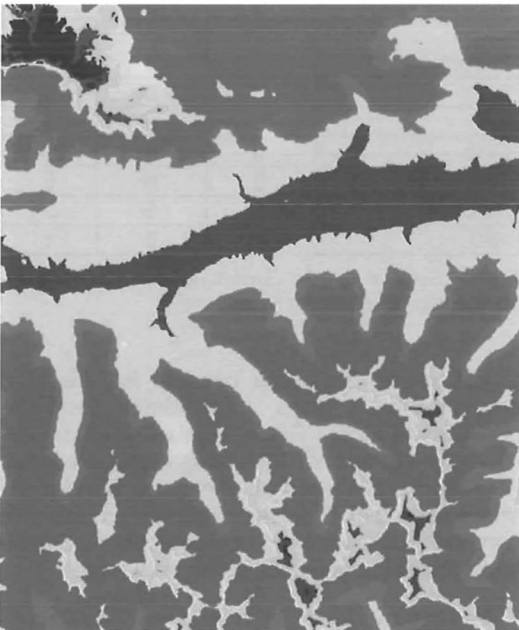
Die Biotope des alpinen Raumes treten in unterschiedlichsten Ausprägungen auf, sodaß die Rückstrahlung von Latschen z.B. je nach Überschilderung und Unterwuchs sowie evt. Verzahnung mit anderen Biotoptypen sehr stark variiert. Aus diesem Grund erfolgt der Vergleich der jeweiligen Pixel mit allen erhobenen Referenzgebieten getrennt. Es erfolgt also keine Klassenbildung durch Zusammenfassung mehrerer ähnlicher Referenzgebiete.



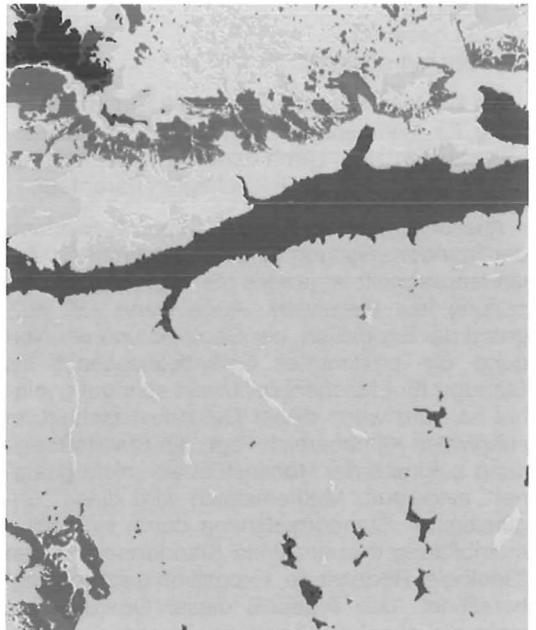
a)



b)






c)



d)

LEGENDE:

-  NICHT GEEIGNET
-  SEHR SCHLECHT GEEIGNET
-  SCHLECHT GEEIGNET

-  GEEIGNET
-  GUT GEEIGNET
-  SEHR GUT GEEIGNET (LOCUS TYPICUS)

Abb. 1: Ergebnis des Regelwerkes im Bereich Dachstein für die Standortseignung von Wimperalpenrosenheiden. a) Standortseignung der Wimperalpenrosenheiden in Abhängigkeit der Sonnenexposition, b) der Geologie, c) der Höhenstufe und d) Ergebnis aus der Kombination der Einzelfaktoren.

Da nur Mittelwerte verglichen werden, können auch Referenzgebiete, die nur einige Pixel groß sind, für die Klassifikation verwendet werden. Die Berücksichtigung der Standortseignung erfolgt, indem die euklidische Distanz durch die mittels Regelwerk abgeleitete Standortseignung dividiert wird. Die Zuordnung eines Pixels erfolgt zu jenem Biotoptyp, dem das Referenzgebiet mit dem so ermittelten geringsten Abstand angehört.

Als Ergebnis der Klassifikation sind die Kategorien „Fettwiesen“, „Fettweiden“, „Alpine Rasengesellschaften“, „Latschen“, „Gebüsche und Staudenfluren“, „Zwergstrauchheiden“, „Fels- Schutt- und Geröllhalden“, „Fels Schutt Geröll und versiegelte Flächen ohne Vegetationsbedeckung“, „Wasserflächen“ sowie „Baumgruppen / Lärchwiesen“ ausgewiesen.

3.2. Klassifizierung der Waldflächen

Für die Klassifikation des Waldtyps wurden aus Infrarot-Falschfarbluftbildern 300 Trainingsgebiete erhoben, die das gesamte Spektrum der unterschiedlichen Baumartenzusammensetzungen, der Altersstruktur sowie der Beschirmung berücksichtigen. Die Auswertung der Luftbilder wurde am Wild APT2 Stereo-Photointerpretationssystem durchgeführt.

Die Klassifizierung der Waldtypen erfolgte in den Landsat TM Daten basierend auf den in den Luftbildern sowie im Gelände erhobenen Trainingsgebieten mittels Maximum-Likelihood-Klassifikation. Da das Regelwerk entsprechend dem derzeitigen Bearbeitungsstand für die verschiedenen Waldtypen nur bedingt Einschränkungen bezüglich der Standortseignung erlaubt, folgt aus der Anwendung der Regeln nur ein relativ geringer Nutzen für die Klassifikation. Bei weiterer Bearbeitung des Regelwerkes sind zusätzliche Einschränkungen hinsichtlich der Standortseignung auch für die Waldtypen zu erwarten, wodurch die Anwendung in diesem Fall eine wesentliche Genauigkeitssteigerung mit sich bringen kann. Vorerst wurde aber auf die für Waldklassifikationen mit Landsat-TM sehr erfolgreich eingesetzte Maximum-Likelihood-Methode zurückgegriffen [7]. Als Ergebnis der Klassifikation sind die Waldtypen sowie der Überschirmungsgrad für die Waldgebiete flächendeckend ausgewiesen.

4. Phase II – Luftbildauswertung

Durch visuelle Interpretation von CIR-Luftbildern am Stereoauswertegerät wird die Biotoptypenkartierung der ersten Phase nun zu einer

Biotoptypenkartierung verfeinert. Vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen wurden sowohl Farbabzüge als auch Diapositive von Falschfarbluftbildern zur Verfügung gestellt. Zur Erstellung von Luftbildkarten für die Übertragung der Ergebnisse der Luftbildinterpretation in die Kartengeometrie sowie als Basis für die terrestrische Kartierung erfolgte eine Geokodierung der IR-Luftbilder mit dem Softwarepaket RSG (Remote Sensing Software Graz [4], das am Institut entwickelt wurde.

4.1. Aufbereitung der Luftbildkarten

Die Luftbildkarten dienen als geometrische Grundlage sowohl der Luftbildinterpretation als auch der terrestrischen Kartierung. Der Maßstab wurde mit 1:5 000 festgelegt, da dieser Maßstab sowohl die nötige Detailliertheit der Biotoptypenkartierung, als auch eine rationelle großflächige Bearbeitung erlaubt.

Für die Qualität der Luftbildinterpretation ist vor allem die Erfahrung des Interpreten von entscheidendem Einfluß. Die Interpretation kann dabei zwar durch Interpretationsschlüssel erleichtert werden, letztlich ist es aber kaum möglich, den gesamten Bildinhalt objektiv und eindeutig nachvollziehbar in einen Schlüssel zu „pressen“. Vielmehr kann das Aussehen z.B. einer Nutzungsart im Luftbild beträchtlichen Variationen unterworfen sein [1].

Um den Informationsgehalt der Luftbilder voll nützen zu können wurde die Interpretation der Luftbilder an einem Stereoauswertegerät durchgeführt. Ein Vergrößerungsfaktor von ca. 15 ist dabei für die Interpretation der Luftbilder im Maßstab von 1:10 000 bis 1:15 000 notwendig. Die Übertragung der Ergebnisse in die Kartengeometrie erfolgt durch Delinierung der Biotoptypengrenzen und Eintragung des Interpretationsergebnisses in Form eines Codes in die Luftbildkarte. Flächen, die nicht eindeutig zugeordnet werden können, werden soweit möglich in der Luftbildkarte abgegrenzt, ohne daß aber ein Code vergeben wird. Diese Flächen werden in weiterer Folge durch Feldbegehung erhoben, und die Abgrenzungen wenn notwendig modifiziert.

5. Phase III – Geländeerhebungen

Bereits vor dem Projektbeginn wurden Freilanderhebungen durchgeführt, um im relativ weitläufigen Untersuchungsgebiet eine Vorauswahl von Bereichen mit hinsichtlich der vorhandenen Biotoptypen besonders günstigen Vor-

aussetzungen zu treffen [8]. Auf Basis dieser Exkursionen wurden folgende drei Gebiete für die terrestrische Kartierung ausgewählt:

- Südadfall des Dachsteins
- Gebiet um den Giglachsee, mit der Steirischen Kalkspitze
- Bereich um die Lassachalm (nördlich des Schwarzensees)

Grundlage für die Felderhebungen sind die Ergebnisse der Phasen I und II. Auf der Basis der in Phase II hergestellten Luftbildkarten werden jene Flächen begangen, die mittels Fernerkundung nicht mit ausreichender Genauigkeit kartiert werden konnten. Für die Auffindbarkeit dieser Flächen im Gelände sind die Österreichische Karte 1:50000 und die hergestellten Luftbildkarten im Maßstab von 1:5000 ausreichend. Die als Ergebnis der Phase II auf den Luftbildkarten eingezeichneten Biotopgrenzen erlauben eine rasche Auffindbarkeit der Flächen im Feld, da die zu kartierenden Biotope nicht langwierig auf den Karten und in der Natur gesucht werden müssen. In schwer begeharen Gebieten wird bereits im Laufe der Luftbildinterpretation ein optimaler Weg für die Begehung festgelegt.

5.1. Nutzen der Luftbildauswertung für die Felderhebung

Die terrestrische Kartierung von Biotopen ist im alpinen Bereich oft extrem schwierig. Ursachen dafür sind u.a. fließende Übergänge durch Verzahnungen unterschiedlicher Biotope, die schlechte Begehrbarkeit von Steilhängen und Probleme mit der Perspektive wenn man z.B. in einem 2m hohen Latschenbuschwald steht.

Eine lagerichtige Kartierung ist mit sehr hohem Aufwand verbunden. Da durch die Luftbildinterpretation bereits ein Großteil der Biotope kartiert ist, beschränkt sich die Felderhebung auf die noch nicht eindeutig interpretierten Flächen. Für diese Flächen erfolgt bereits bei der Luftbildinterpretation eine Abgrenzung der Biotope. Wie sich im Projektverlauf bestätigte sind diese Abgrenzungen im Luftbild sehr genau und müssen während der Felderhebungen nur geringfügig modifiziert werden.

6. Bewertung der Ergebnisse:

6.1. Bewertung der Satellitenbildklassifikation (Phase I)

Die Verwendung eines regelbasierten Klassifizierungsansatzes ist eine wesentliche Voraussetzung für die Erfassung von Biotoptypen, da

sich sehr viele Biotoptypen alleine aus der Satellitenbildsignatur nicht differenzieren lassen. Trotz der Vorteile, die sich aus der Verwendung eines regelbasierten Klassifizierungsansatzes ergeben haben, sind die Ergebnisse der Klassifizierung der Biotoptypen außerhalb des Waldes kritisch zu betrachten. Bei der Definition des Projektes wurde von der Auswertung von multitemporalen hochauflösenden Satellitenbildern ausgegangen. Wie z.T. auch in den Medien berichtet wurde, waren die geplanten Erdbeobachtungsmissionen in den vergangenen zwei Jahren nicht übermäßig erfolgreich. Gescheitert sind nicht nur die MOMS-Mission an Bord der Raumstation MIR, sondern u.a. auch die ADEOS und Early-Bird Mission. Daher wurde auf Landsat-TM-Daten zurückgegriffen, die zwar spektral den Anforderungen entsprechen, räumlich aber nur eine Auflösung von 30m mal 30m aufweisen. Im Gegensatz zur Klassifizierung von Waldflächen, die zufriedenstellende Ergebnisse erbrachte, ist mit diesen Daten keine zuverlässige Kartierung der außerhalb des Waldes meist kleinräumig verzahnten Biotope möglich.

Durch die in Zukunft verfügbaren hochauflösenden Sensorsysteme, wie beispielsweise QUICKBIRD und IKONOS, werden auch die für die Biotopkartierung außerhalb des Waldes erforderlichen Auflösungen im infraroten Spektralbereich erreicht. Es ist anzunehmen, daß durch die Verwendung dieser Daten (insbesondere auch multitemporale Daten) die Klassifizierungsergebnisse signifikant verbessert werden. Sobald diese Daten verfügbar sind, werden sie im Rahmen des EU-Projektes ALPMON (Inventory of alpinerelevant parameters for an alpine monitoring system using remote sensing data) das derzeit am Institut bearbeitet wird, in das regelbasierte Klassifizierungssystem integriert.

6.2. Bewertung der Luftbildinterpretation (Phase II)

Die Biotopkartierung mittels IR-Luftbildauswertung kann für den alpinen Raum als Vorstufe für eine terrestrische Erhebung unbedingt empfohlen werden. Für die eindeutige Interpretation vieler Flächen ist sowohl die Farbinformation der IR-Luftbilder, als auch der durch StereoAuswertung erzielte Raumeindruck notwendig. Eine Kartierung nur auf Basis von SW-Orthophotos kann daher nicht empfohlen werden. Wünschenswert ist die Verwendung von einheitlichem Filmmaterial, sowie die Befliegung zu phänologisch ähnlichen Zeitpunkten.

Die Abgrenzung von Flächen basierend auf der entwickelten Nomenklatur und des darauf

aufbauenden Interpretationsschlüssels bringt eine wesentliche Arbeitserleichterung bei der Felderhebung mit sich. Zum einen kann der Biotopkartierer im Gelände die geometrisch und inhaltlich korrekte sowie kleinräumige Skelettierung der potentiellen Biotope als Grundlage verwenden und muß sich daher nur noch bei einer weiteren Differenzierung in kleinere Flächeneinheiten um Abgrenzungen kümmern. Dies ist als wesentlicher Vorteil anzusehen, da die geometrisch korrekte Abgrenzung der Biotope bei Geländeerhebungen im alpinen Raum sehr schwierig ist. Zum anderen können bereits im Luftbild ein Teil der Biotoptypen eindeutig kartiert werden, sodaß diese bei der terrestrischen Erhebung nicht mehr begangen werden müssen. Dieser weitere Vorteil reduziert die mit den Geländeerhebungen verbundenen Kosten erheblich. Als Beispiele für Biotope, die bereits alleine mit Hilfe von Luftbildern erfaßt werden können, sind zu nennen: Latschen, Grünerlen, Moore, einzelne Baumarten etc. Weiters können die intensiv bewirtschafteten Flächen wie z.B. Fettweiden zum überwiegenden Teil mit ausreichender Genauigkeit nur auf Basis der Fernerkundung kartiert werden.

Ein wesentlicher Vorteil der Luftbildinterpretation ist die Nachvollziehbarkeit der Kartierung, da die als Grundlage für die Kartierung dienenden Luftbildkarten zugleich eine Dokumentation des Zustandes zum Aufnahmezeitpunkt der Luftbilder darstellen. Insbesondere ist damit auch die Feststellung und Dokumentation von Veränderungen möglich, wenn die Kartierung zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt wird.

6.3. Bewertung der Geländeerhebung (Phase III)

Bei den Geländearbeiten hat sich zum einen gezeigt, daß die auf den geokodierten Luftbildern überlagerten Flächengrenzen sehr gut im Gelände wiedergefunden werden konnten. Zum anderen waren die Interpretationsergebnisse inhaltlich richtig. Die Vorteile, die sich durch den Einsatz der Fernerkundung für die terrestrische Erhebung ergeben sind im folgenden aufgelistet:

- Vorskelettierte Biotoptypen oder Gruppen von Biotoptypen als geometrische Grundlage für die terrestrische Biotopkartierung. Dadurch ist ein geometrisch einwandfreies Kartierungsergebnis garantiert und eine Verschneidung der Ergebnisse mit anderen

raumbezogenen Daten beispielsweise im GIS-Steiermark möglich.

- Viele Biotoptypen können schon alleine im Luftbild erfaßt werden und müssen somit im Gelände nur noch stichprobenhaft überprüft werden.
- Die Luftbildkarten dienen als Planungshilfe für die terrestrische Kartierung sowie zur besseren Orientierung im Gelände.

Die Klassifizierung der Waldparameter Beschirmungsgrad und Waldgrenze war im Gelände schwierig. Hier können die Ergebnisse aus den Phasen I (Satellitenbilddauswertung) und Phase II (Luftbilddauswertung) herangezogen werden.

Literatur

- [1] Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, 1995. Systematik der Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung (Kartieranleitung). Standard-Biotoptypen und Nutzungstypen für die CIR-Luftbildgestützte Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung für die Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz 45.
- [2] Ellenberg H. 1992. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen. – In: Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W. & Paulßen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. – Scripta Geobot. 18: 9–166.
- [3] Holzner W. (Hrsg.) 1989. Biotoptypen in Österreich. Vorarbeiten zu einem Katalog. – Umweltbundesamt Monograph. 12.
- [4] Joanneum Research (1998). Remote Sensing Software Package Graz – Field Guide, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Graz
- [5] Kaule G. 1991. Arten- und Biotopschutz. 2. Aufl. – Stuttgart.
- [6] Mucina L., Grabherr G. & Wallnöfer S. 1993. (Hrsg.) Die Pflanzengesellschaften Österreichs. 3. Wälder und Gebüsche. – Jena, Stuttgart, New York.
- [7] Schardt, M., Gallaun, H. & Häusler, Th. (1998): Monitoring of Environmental Parameters in the Alpine Regions by Means of Satellite Remote Sensing. Proc. International ISPRS-Symposium on „Resource and Environmental Monitoring, Local, Regional, Global, Commission VII, September 7–4, 1998, Budapest, Hungary.
- [8] Schrefler K. 1998. Aufbau eines Klassifikationsansatzes und Vorerhebung von Trainingsgebieten in der Dachsteingruppe und in den Schladminger Tauern für den Fernerkundungseinsatz in der Biotopkartierung außerhalb des Dauersiedlungsraumes. Diplomarbeit. UNI-Graz.
- [9] Winkler I. 1995. Biotopkartierung in Österreich. Stand Juli 1994. – Umweltbundesamt. Rep. 95–123

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Heinz Gallaun,
 eMail: heinz.gallaun@joanneum.ac.at
 Dr. habil. Mathias Schardt,
 eMail: mathias.schardt@joanneum.ac.at
 Mag. Klaus Granica,
 eMail: klaus.granica@joanneum.ac.at
 JOANNEUM RESEARCH, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Wastiangasse 6, A-8010 Graz.