

# Ökologische Überprüfung und Bewertung von Skigebieten mit Hilfe geographischer Informationssysteme

Ulrike PRÖBSTL und Bernhard FÖRSTER

## Zusammenfassung

Am Beispiel des Skigebiets Osterfelder-Kreuzeck-Hausberg werden die Möglichkeiten der Interpretation mit Hilfe von GIS in Ausschnitten dargestellt. Im Mittelpunkt stehen dabei die Stabilität des Skigebietes im Hinblick auf Erosionserscheinungen, die Regenerationsfähigkeit verschiedener Bereiche nach erfolgten Baumaßnahmen sowie Umfang und Vorkommen akuter Schadbereiche. Es wird dargestellt, welche Parameter durch Überlagerung zur Abschätzung der ökologischen Stabilität herangezogen werden können. Damit werden Verfahren und Methoden vorgestellt, die für die Umweltvorsorge und das Umweltmanagement der Zukunft (UVP, Öko-Audit, ISO 14000) im Alpenraum benötigt werden. Die Grundlage bildete eine photogrammetrische Auswertung von Luftbildern an einem analytischen Stereoplotter Leica SD 2000. Die Interpretationsergebnisse werden in Microstation als 3-D Datensatz gespeichert. Für die weitere Verarbeitung und GIS Modellierung wurde ARC/INFO 6.1.1 auf DEC Alpha, für die Flächenbilanzen SAS 6.11 sowie eigene Programme für Formatkonvertierungen verwendet.

## Einführung und Problemstellung

Viele Natursportarten, dazu gehören der Wintersport, aber auch Klettern, Drachenfliegen und Mountainbikefahren, werden wegen ihrer Auswirkungen auf die Natur kritisiert. Insbesondere im Alpenraum mit seltenen, naturschutzfachlich hochwertigen Lebensräumen machen diese Konflikte ein landschaftsplanerisches Handeln erforderlich.

Der erste Schritt dazu waren in Bayern ökologische Untersuchungen und Sanierungsplanungen in Skigebieten durchzuführen, wie sie seit Ende der 80er Jahre vom Umweltbeirat des Deutschen Skiverbandes und dem bayerischen Umweltministerium in Auftrag gegeben wurden. Diese Untersuchungen hatten zunächst vor allem das Ziel, auf der Grundlage einer fundierten Bestandsaufnahme als "Hilfe zur Selbsthilfe" den jeweiligen Seilbahn- und Liftbetreibern, Gemeinden und Grundeigentümern Wege zur Konfliktlösung und zur Vermeidung von Schäden vorzuschlagen. Im Mittelpunkt der Studien - insbesondere des Deutschen Skiverbands stand daher die Erarbeitung praxisnaher Sanierungs-, Rekultivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen. Diese Planungen sollen bis 1997

für alle bayerischen Skigebiete über 1000 m abgeschlossen sein.

Anfang der 90er Jahre rückten dann Fragen der Bewertung in den Mittelpunkt unserer Arbeit und Analysen: "Wie ist das jeweilige Skigebiet insgesamt zu bewerten, von der Naturnähe der Vegetation bis zur Stabilität". Dazu mußten ausgehend von den Ergebnissen der Sanierungsplanung geeignete Meßgrößen und Skalierungen entwickelt werden.

Waren für die Sanierungsplanung die bisherigen Verfahren der Landschaftsplanung und deren Darstellungsmethodik noch ausreichend gewesen, so zeigte sich bei der Erarbeitung zur Bewertungsmethodik und Analyse, daß hier ohne Geographische Informationssysteme nicht - oder nur sehr eingeschränkt - gearbeitet werden kann.

Ziel der gemeinsamen Arbeit soll es sein, nach Abschluß der Skigebietskartierungen und Sanierungsplanungen diese in standardisierter Form einer Bewertung zu unterziehen, um Aussagen darüber zu erhalten, wie die Situation bezogen auf diese eine Natursportart im bayerischen Alpenraum aussieht und wo zentrale Probleme liegen. Parallel dazu sollen damit Verfahren entwickelt werden, die für die Umweltvorsorge und das Umweltmanagement der Zukunft (UVP, Öko-Audit, ISO 14000) im Alpenraum benötigt werden.

Als Beispiel haben wir das Skigebiet Hausberg-Kreuzeck-Osterfelder in Garmisch-Partenkirchen ausgewählt, das zu den größten und am stärksten genutzten Skigebieten im bayerischen Alpenraum gehört. Die vier Großkabinenbahnen, zwei Doppelsesselbahnen und 12 Schlepplifte befördern im Winter bis zu vier Millionen Skifahrer. Das Angebot reicht von der anspruchsvollen Weltcup-Abfahrt bis zur Übungs- und Familienabfahrt. Zudem ist das Gebiet durch einen in Teilbereichen intensiven Sommertourismus und eine almwirtschaftliche Nutzung geprägt.

## Methode, Geräte- und Softwareausstattung

Wie aus der Einführung bereits hervorgeht, müßten bei der Beschreibung der methodischen Grundlagen eigentlich drei Bereiche vorgestellt werden:

- Die Methode, die bei den ökologischen Untersuchungen zur Sanierung von Skigebieten in Bayern angewandt wird (vgl. dazu AMMER, U., PRÖBSTL, U., , 1991 und 1996),

- die Methode zur Bewertung dieses Datenmaterials (PRÖBSTL, U., 1991) und
- die Methode, mit der die Daten verarbeitet und ausgewertet wurden.

Im Rahmen dieser Darstellung zur Fachtagung "GIS in Naturschutz und Landschaftspflege" müssen wir uns im wesentlichen auf den dritten Punkt beschränken. Zur Erhebungsmethode soll nur folgendes kurz angemerkt werden:

- Die Bestandsaufnahme erfolgte durch ein Team verschiedener Fachrichtungen (Biologie, Forst, Geographie, Landespflege).
- Die Datenerhebung bezog sich dabei auf die Erfassung der naturräumlichen Gegebenheiten, die Nutzung, Belastungen und Schäden sowie bauliche Eingriffe und Veränderungen. Dazu erfolgten detaillierte Geländeerhebungen zu verschiedenen Jahreszeiten.

Im Zusammenhang mit der Anwendung geographischer Informationssysteme stellte sich zunächst das Problem der Kartengrundlage, nachdem - wie in vielen Skigebieten - keine Karten zur realen Verteilung von Wald, Latschenfeldern und Pistenflächen vorlagen. Die Größe des Skigebietes (ca. 11 km<sup>2</sup>) und die starken Reliefunterschiede legten eine Erstellung der Grundlagenkarte mit Wald- und Latschenverteilung, sowie Wegen und Aufstiegshilfen mit Hilfe der analytischen Photogrammetrie nahe.

Die photogrammetrische Auswertung der Luftbilder erfolgte an einem analytischen Stereoplotter Leica SD 2000. Dieses Gerät ermöglicht eine analoge Interpretation der Luftbilder bei gleichzeitiger Anbindung an das CAD System Microstation V5. Zusätzlich ist das Gerät mit einer stereoskopischen Einspiegelung der kartographischen Darstellung in das Luftbild ausgerüstet. Diese Arbeitsumgebung erlaubt ein effizientes Arbeiten in Verbindung mit einer sehr hochwertigen Optik. Die Interpretationsergebnisse werden in Microstation als 3-D Datensatz gespeichert. Für die weitere Verarbeitung und GIS Modellierung wurden ARC/INFO 6.1.1 auf DEC Alpha, für die Flächenbilanzen SAS 6.11 sowie eigene Programme für Formatkonvertierungen verwendet.

Um das beschriebene Informationssystem realisieren zu können, müssen Daten aus der analytischen Photogrammetrie, die Erhebungen im Gelände, ein digitales Geländemodell in Rasterform und Daten aus konventionellen Karten zusammengefügt werden, die unterschiedliche Detailauflösung haben. Zu diesem Zweck werden alle Informationsebenen im Gauß-Krügersystem in Vektordarstellung aufbereitet.

Die Wald- bzw. Latschenkartierung ist neben der thematischen Funktion auch die Grundlage für die kartographische Erfassung der terrestrischen Aufnahmen. Als Erhebungsgrundlage wurden SW-Luftbilder im Maßstab 1:23000 aus dem Bayerischen Landesluftbildarchiv verwendet. Diese Datengrundlage stellt für dieses Projekt die beste

Lösung in Bezug auf Beschaffungskosten, Bearbeitungszeit, Passpunktbeschaffung, Interpretierbarkeit und Genauigkeit dar. Der verwendete Maßstab und die verfügbaren Passpunkte ergaben eine Lage- bzw. Wiederholgenauigkeit im Überlappungsbereich der Luftbildmodelle von etwa +/- 5 m.

Je nach Blickwinkel und Neigung des Geländes muß bei der Delinierung des Waldrandes stellenweise mit bis zu 10 m Fehler gerechnet werden. Hier wurde bei der Interpretation gutachtlich sowie durch die anschließende Geländeaufnahme versucht, diesen Fehler möglichst zu minimieren. Stereoskopische Auswertung sowie gute Ortskenntnisse sind wichtige Voraussetzungen, um mit den Schwarzweiß-Luftbildern im Maßstab 1:23000 arbeiten zu können.

Das SD 2000 konnte auch zur Kontrolle des vom Landesvermessungsamt bezogenen Geländemodells genutzt werden, in dem die im 50 m-Raster gelieferten Höhenmeßpunkte nach Microstation importiert und anschließend über die Einspiegelungsvorrichtung in das Luftbildmodell eingeblendet wurden. Hier zeigte sich eine sehr gute Übereinstimmung des Modells mit der Realität, d.h. die eingeblendeten Punkte liegen überwiegend auf der Geländeoberfläche. Im Wald erscheinen die Punkte tief ins Kronendach gesenkt, also etwa am Waldboden.

Für die Integration der weiteren Geländeaufnahmen in das Informationssystem wurde die Karte mit der Waldverteilung als Referenzkarte genutzt. Die Erhebungen zur Vegetation, Schäden, Baumaßnahmen usw. lagen in Form von konventionellen Plandarstellungen vor und wurden über ein Digitalisierbrett in die Grundlagenkarte integriert.

Eine wichtige Grundlage für die nachfolgenden Interpretationsmöglichkeiten war die Zuordnung der Bestandsdaten auf verschiedene Layer bzw. Arbeitsebenen. Nach unseren Erfahrungen haben sich zur Analyse der Skigebiete folgende Ebenen bewährt:

1. Höhenstufen
2. Hangneigung
3. Nutzung im Winter (Skisport)
4. Wander- und Fahrwege
5. Baumaßnahmen
6. Rodungen
7. Hanglabilität
8. Wege
9. Vegetation
10. Nutzung im Sommer als Weide
11. Nutzung im Sommer als Mähwiese
12. Schäden
13. Infrastruktur
14. Bäche und Gewässer
15. Waldfunktionsplanung

Eine Erweiterung dieser Ebenen kann je nach Besonderheit des Skigebietes im Einzelfall erforderlich sein.

## Wertstufen und Höhenstufen

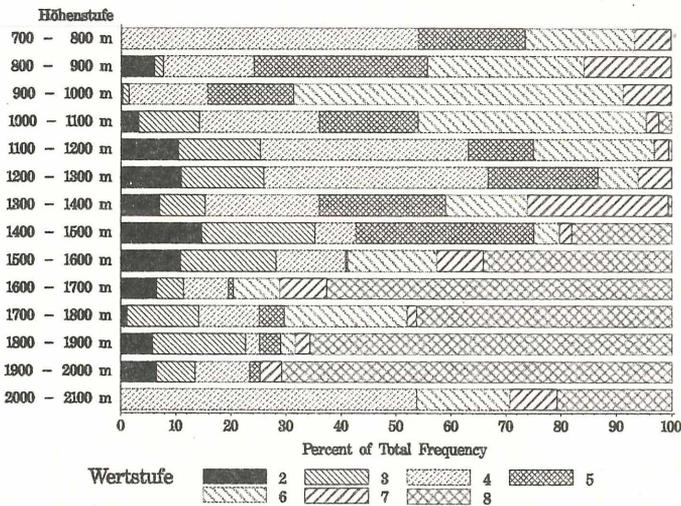


Abbildung 1

Verschneidung der Vegetation (in Wertstufen (von naturfern bis naturnah) und Höhenstufen umgerechnet in Prozent

Zur Erfassung der von Fahr- und Wanderwegen bedeckten Fläche wurden die durch ihre Mittellinie digitalisierten Wege mit einer festen Breite von 5 bzw. 3 m als Flächenpolygone gespeichert.

Die beschriebenen thematischen Karten wurden zur Weiterverarbeitung von Microstation nach ARC/INFO importiert und dort miteinander verschneiden. Das digitale Geländemodell wurde nach einer Formatanpassung als Rasterkarte in ARC/INFO eingelesen und in Vektordarstellung mit 100 m Höhenstufen sowie als Hangneigungskarte mit 5 Grad-Stufen umgerechnet. Diese vergrößerte Geländeinformation wurde ebenfalls mit den thematischen Karten verschneiden. Zur Berechnung von Flächenstatistiken wurde die Merkmalstabelle des zusammengesetzten GIS-Modells als Texttabelle exportiert und mit dem Statistikpaket SAS ausgewertet.

### Auswertung und Ergebnisse

Die Anwendung Geographischer Informationssysteme erlaubt im Unterschied zu herkömmlichen naturschutzfachlichen Planungen zunächst eine detailliertere Betrachtung der erhobenen Parameter durch Flächenbilanzen. Darüber hinaus - und hier liegt der eigentliche Wert für die Analyse der Skigebiete - ist aber auch die Verschneidung unterschiedlicher Parameter möglich.

Im Rahmen dieser Veröffentlichung können jedoch nur einige Teilbereiche aus dem breiten Spektrum der Interpretationsmöglichkeiten vorgestellt werden. Ausgehend von einem Beispiel, das zur Charakterisierung des Skigebietes und seinen Besonderheiten beiträgt, sollen vor allem die Ansätze zur Analyse der ökologischen Stabilität hier differenziert betrachtet werden (Abbildung 1).

Hier läßt sich sehr anschaulich die höhenabhängige Intensität der Nutzung durch den Menschen erkennen. In den Höhenlagen ab 1500 m bestimmen

noch größere Anteile naturnaher bis natürlicher Pflanzengesellschaften das Skigebiet. Es ist weiterhin gut zu erkennen, daß ein Maximum an gestörten Pflanzengemeinschaften in einer Höhenlage von 1400 - 1600 m erreicht wird und die tieferen Lagen durch die landwirtschaftliche Nutzung anthropogen beeinflusst, aber dennoch größtenteils naturnaher Pflanzengemeinschaften bestimmt werden.

Aus den verschiedenen Möglichkeiten zur kritischen Analyse eines Skigebietes sollen an dieser Stelle drei wichtige Ansätze herausgegriffen werden:

- A. Die Analyse von Nutzungen, Nutzungsüberlagerungen und Schadensursachen
- B. Die Analyse der durchgeführten Baumaßnahmen und der Vegetationsentwicklung auf diesen Flächen
- C. Die Analyse der standörtlichen Verhältnisse (Hanglabilität) in Verbindung mit anderen Kriterien

Ausschnitte aus den drei Basisanalysen sollen anschließend vorgestellt werden.

Weitere Analysen erfolgen in Abhängigkeit von den räumlichen Gegebenheiten. So kann z.B. eine zusätzliche Erfassung und Abgrenzung der Wassereinzugsgebiete und Überlagerung mit den geplanten Pisten zur Abschätzung potentieller Gefahren und Landschaftsschäden durch Hochwasser erforderlich sein.

#### Zu A. (siehe. Tabelle 1)

Ein Blick auf die Verteilung der kleinflächigen Schäden, die eindeutig zugeordnet werden können, zeigt, daß der Skikantenschliff zu den zentralen Schadensursachen gehört. Er wird nur von den Weideschäden am Wald und auf den Freiflächen übertroffen. Dies ist um so gravierender als etwa ein Drittel des Skigebietes nicht beweidet wird.

Die Überlagerung von Schadvorkommen und sommerlicher Nutzung bestätigt die Problematik einer

Tabelle 1

## Umfang kleinflächiger Schäden auf Freiflächen und im angrenzenden Wald

Schadensursache	m <sup>2</sup>	Prozent	Cum. Frequency	Cum. Percent
Sommertourismus	170	3.8	170	3.8
Pistenraupe	180	4.1	350	7.9
Baufahrzeuge	300	6.8	650	14.6
Skikanten	1182	26.6	1832	41.2
Viehtritt	775	17.4	2607	58.7
Kleinflächige Erosion	240	5.4	2847	64.1n
Erosionsrinne	10	0.2	2857	64.3
Windwurf am Randwald	500	11.3	3357	75.6
Wildverbiß am Waldrand	300	6.8	3657	82.3
Verbiß durch Waldweide	785	17.7	4442	100.0

Doppelnutzung. Dort, wo gemäht wird, ist die Anzahl der Schäden und deren Flächenumfang deutlich geringer, dies gilt auch, wie weitere Analysen zeigten, für stabilere und labilere Geländeabschnitte. Weiterhin zeigt diese Flächenstatistik, daß im Gegensatz zu vielen bayerischen Skigebieten trotz der großen Zahl an Sommerbesuchern nur wenige Schadbereiche durch die Wanderer entstehen. Die Datenauswertung bestätigt den positiven Eindruck bei den Geländeaufnahmen: Die Lenkungsmaßnahmen funktionieren und das Wegenetz wurde den Anforderungen entsprechend gut ausgebaut.

Zu B.

Aus den Untersuchungen zahlreicher Skigebiete, aber auch der Literatur (vgl. BUNZA, 1984, CERNUSSA, 1990, NEUWINGER, FRISCHMANN, STADLER-EMIG, 1992) wissen wir, daß Art und Umfang der Baumaßnahmen für die ökologische Stabilität von entscheidender Bedeutung sind. Wie die statistische Auswertung zeigte, wurden die meisten Baumaßnahmen nach Umfang (in m<sup>2</sup>) und Eingriffsintensität (Vollplanie) zwischen den Jahren 1966 und 1980 durchgeführt. Von den immerhin 1 173 774 m<sup>2</sup>, die für den Wintersport umgestaltet wurden, entfallen rund 75 % auf die Vollplanie. Oberflächen- und Feinplanie beschränken sich auf wenige Teilstücke.

Wie man aus verschiedenen Untersuchungen (vgl. SCHAUER, 1981, PRÖBSTL, 1990) weiß, sind die Zeiträume, in denen sich die Pflanzengemeinschaften im Alpenraum regenerieren können, in starkem

Maße von der Höhenlage und der Nutzung bzw. Belastung abhängig. In den Höhenlagen über 1400 m dauern diese Prozesse deutlich länger als in tieferen Lagen. Durch Verschneidung der Themenkarten bzw. Layer von Baumaßnahmen (nach Umfang und Zeitpunkt der Durchführung), der Vegetation (nach Wertstufen der Naturnähe) und der Höhenlage lassen sich Aussagen darüber treffen, ob und auf welchen Standorten eine Renaturierung stattgefunden hat und welchen Grad diese erreicht hat.

Am Beispiel der durch Vollplanie veränderten Skipisten sollen die Auswertungsschritte und Ergebnisse exemplarisch dargestellt werden.

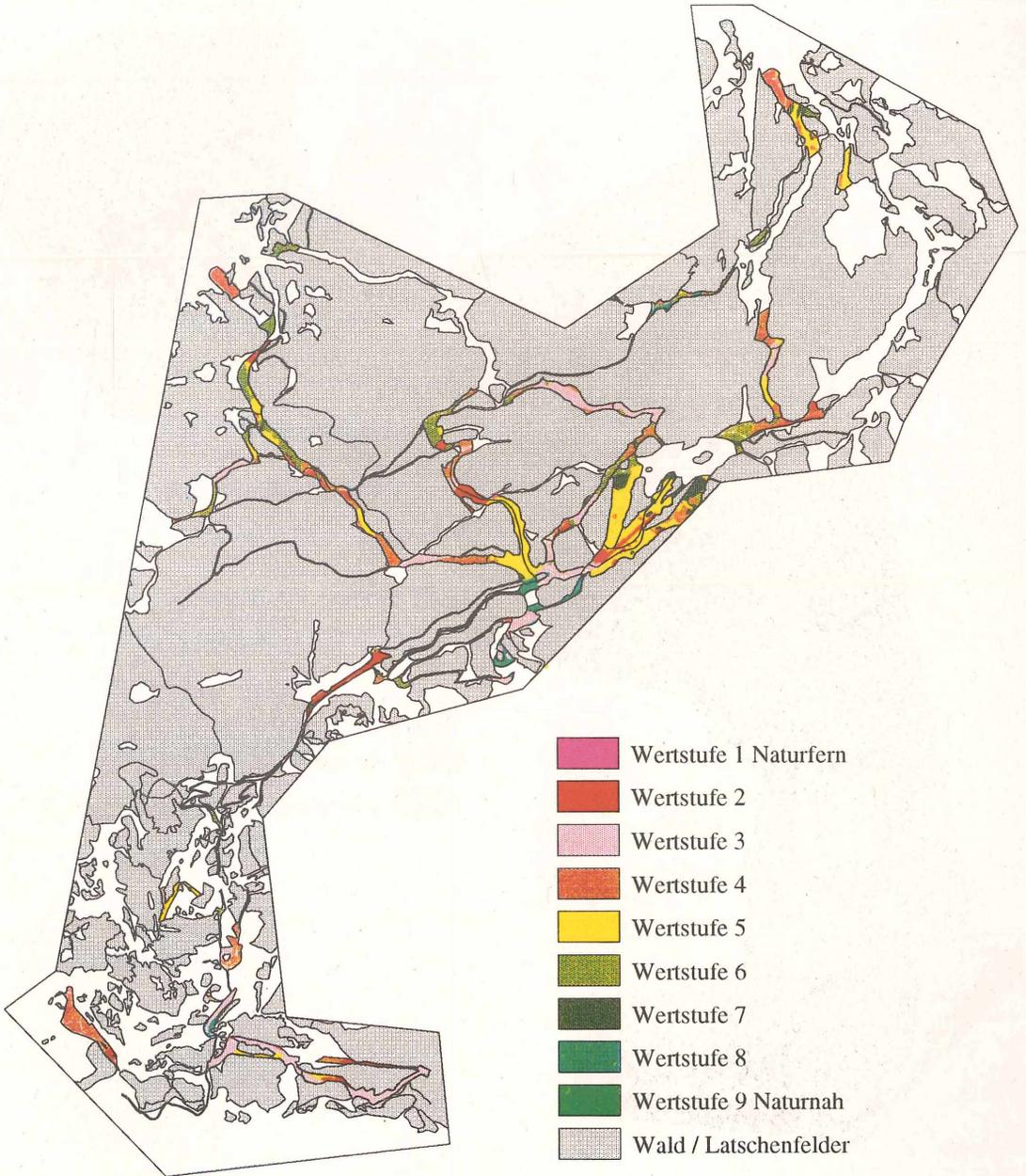
**Ausscheidung problematischer Bereiche**

Folgt man in der Auswertung den in Abb. 2 beschriebenen Ebenen, dann zeigt sich zunächst, daß Vollplanien überwiegend zwischen 1971 (1971-1975 37,35 % aller planierten Flächen) und 1980 (1976- 1980 32,04 %) durchgeführt wurden. In den 80er und 90er Jahren wurde dagegen nur geringe Flächen intensiv verändert (7,16 %).

Betrachtet man die Entwicklung der Pflanzengemeinschaften auf diesen vollplanierten Standorten (vgl. Farbkarte), dann ergibt sich bei Aufspaltung nach Wertstufen für die Naturnähe, daß sich sowohl naturferne als auch relativ naturnahe Gesellschaften entwickeln konnten. Immerhin ein Viertel der ehemals vollplanierten Flächen weist heute einen naturnahen Charakter (Wertstufen 6 bis 8 auf einer 9-teiligen Skala) auf, ein weiteres Viertel ist dagegen noch deutlich gestört (Wertstufe 2 und 3).

# Ökologische Untersuchung Skigebiet Osterfelder-Kreuzeck in Garmisch-Partenkirchen

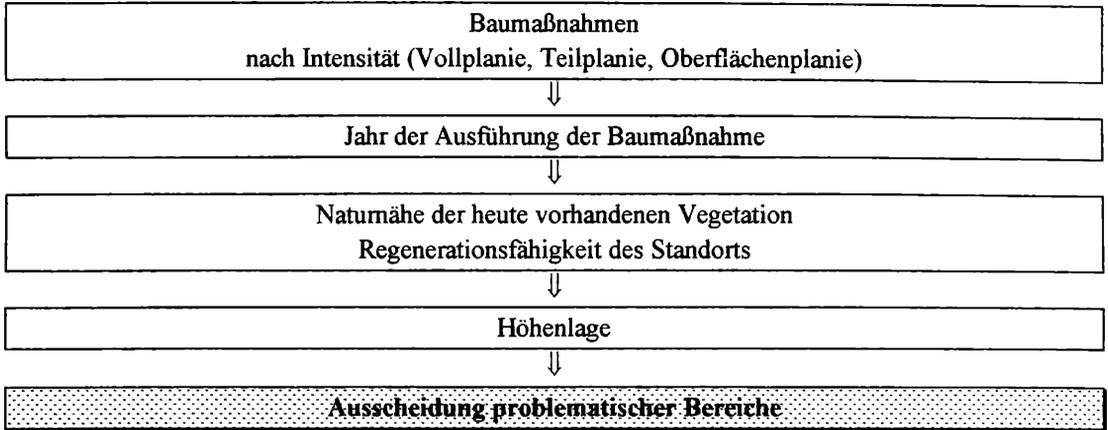
## Naturnähe der Vegetation auf vollplanierten Flächen



# Ökologische Untersuchung Skigebiet Osterfelder - Kreuzeck in Garmisch Partenkirchen

## Wertstufen für Hanglabilität



**Verschneidungsebenen:****Abbildung 2**

**Beispiel für die Überlagerung verschiedener Inhalte zur Ausscheidung problematischer Bereiche des Skigebietes aufgrund baulicher Veränderungen.**

Rund die Hälfte ist durch eine Pflanzendecke der Wertstufe 4 und 5 bestimmt, der viele Weidegesellschaften je nach Zusammensetzung zugerechnet werden mußten.

Eine weitere differenzierte Betrachtung zeigt, daß die relativ naturnahen Standorte (Gemeinschaften ab Wertstufe 5) nur dort vorkommen, wo die Vollplanie vor mehr als 15 Jahren stattfand. Die Anteile sind, wie zu erwarten, dann relativ am höchsten, wenn die Baumaßnahme noch länger zurückliegt. Umgekehrt sind bei den eher naturfernen Pflanzengesellschaften die vor wenigen Jahren durchgeführten Baumaßnahmen überdurchschnittlich vertreten. So besitzt die Wertstufe 4 bei den zwischen 1986 und 1990 erfolgten Baumaßnahmen einen Anteil von rund 70 %, bei den Baumaßnahmen vor 1965 sind es dagegen nur rund 22 %.

Bei einer weiteren Verschneidung mit der Höhenlage, zeigt sich das zu erwartende Bild: In den Lagen über 1400 m dauert durch die kürzere Vegetationsperiode und die ungünstigeren Rahmenbedingungen die Regeneration deutlich länger. Erkennbar wird dies, wenn man Vollplanien, zwischen 1971 und 1975 über bzw. unter 1400 m einander gegenüberstellt. In dieser Zeit wurden jeweils etwa gleich große Flächen (106000 bzw. 101000 m<sup>2</sup>) bearbeitet. Wie die nachstehende Tabelle 2 zeigt, läßt sich an den Wertstufen der Vegetation deutlich ablesen, um wieviel langsamer die Regeneration in den Hochlagen erfolgt.

Zu C.

Die Auswertung der Themenkarte zur Hanglabilität (siehe Farbkarte) zeigt, daß etwa zwei Drittel des Skigebietes als stabil eingestuft werden können, und ein Drittel hingegen eine erhöhte Labilität aufweist.

Die Verschneidung mit den durchgeführten Baumaßnahmen läßt erkennen, daß immerhin 35,40

Prozent der Vollplanien auf mäßig labilen bis sehr labilen Gelände durchgeführt wurden. Die wesentlich unproblematischere Oberflächenplanie, die nur partiell in das Bodengefüge eingreift, wurde dagegen zu 95 % auf stabilen Flächen durchgeführt. So erstaunt nicht, daß mehr als die Hälfte (55 %) aller flächigen Erosionsschäden in sehr labilen Bereichen und auch bei den kleinflächigen punktuellen Erosionsschäden zwei Drittel (66,67 %) auf mäßig bis sehr labilen Bereichen liegen.

Auch hier kann - wie beim Beispiel B dargestellt - durch weitere Überlagerung mit Vegetation oder auch Geländeneigung eine weitere Differenzierung erzielt werden.

**Zusammenfassung der Ergebnisse**

Im Skigebiet Garmisch-Partenkirchen lassen sich mit Hilfe von GIS drei wesentliche Ursachen für die aktuellen Schäden und Belastungen herausarbeiten. Dies sind:

- die Doppelnutzung von beweideten und wintersportlich genutzten Flächen;
- die Belastungen und baulichen Veränderungen in Bereichen mit mäßiger bis großer Hanglabilität und damit hoher Empfindlichkeit
- die intensiven baulichen Veränderungen insbesondere in den höheren und mittleren Lagen.

Die graphische Darstellung erlaubt solche Problem-bereiche räumlich abzugrenzen und gezielte Maßnahmen dafür zu erarbeiten.

Ein abschließender Vergleich der auf der Grundlage einer Datenanalyse gewonnenen Zonierungen mit den zuvor gutachterlich (mit rund 10 Jahren Erfahrung) getroffenen Abgrenzungen zeigt eine hohe Übereinstimmung auf.

Im Gegensatz zur gutachterlichen Einschätzung lassen sich die Ergebnisse in Einzelschritten jedoch auch für den Außenstehenden plausibel nachvoll-

Tabelle 2

**Prozentanteile der Vegetationsverteilung bezogen auf die Naturnähe nach Wertstufen, Baumaßnahmen und Höhenlage**

<b>Baumaßnahmen Vollplanie auf Skipisten ohne Wege</b>		
Naturnähe der Vegetation nach Wertstufen 1995	in den Jahren 1971 - 1975 unter 1400 m	in den Jahren 1971 - 1975 über 1400 m
naturfern		
2	0,12 %	12,40 %
3	29,25 %	44,83 %
4	23,06 %	3,44 %
5	29,76 %	31,26 %
6	11,38 %	5,25 %
7	6,43 %	2,38 %
8	-	-
naturnah		
	100 % = 106057 m <sup>2</sup>	100 % = 101479 m <sup>2</sup>

ziehen. Flächenstatistiken ermöglichen eine weitergehende Interpretation und erlauben zudem ein Monitoring, das gerade im Hinblick auf neue Ansätze zum Umwelt-Controlling, aber auch die Zukunft einer nachhaltigen Nutzung der Landschaft durch die Natursportarten, wichtig ist.

### Literatur

AMMER, U., PRÖBSTL, U., (1991):

Ökologische Untersuchungen zur Sanierung von Skigebieten in Bayern - Vergleich der in Bayern angewandten Methoden im Auftrag des Bayerischen Umweltministeriums, unveröffentlichtes Arbeitspapier, Etting, 25 S.

AMMER, U., PRÖBSTL, U., (1996):

Ökologische Untersuchungen zur Sanierung von Skigebieten in Bayern - Kurzcharakteristik, Beschreibung der Methode im Auftrag der Stiftung Sicherheit im Skisport, unveröffentlichtes Manuskript, Etting, 11 S.

BUNZA, G., (1984):

Oberflächenabfluß und Bodenabtrag in alpinen Graslandökosystemen. In: Verh. Gesellschaft für Ökologie, Bern, 1984, S. 101-110

CERNUSCA, A., et.al. (1990):

Bodenverhältnisse, Oberflächenabfluß und Erosionsgefährdung im Skigebiet am Stubnerkogel, In: Verh. Gesellschaft für Ökologie, Göttingen,

MOSIMANN, TH., (1984):

Das Stabilitätspotential alpiner Geoökosysteme gegenüber Bodenstörungen und Skipistenbau. In: Verh. Gesellschaft für Ökologie, Göttingen, 1984, S. 167-176

NEUWINGER, J., FRISCHMANN, H., STADLER-EMIG, M., (1992):

Auswirkungen von Skipisten auf Speicherung und Abfluß des Bodenwassers. In: GNAIGER, E., KAUTZKY, J. (Hrsg.), (1992): Umwelt und Tourismus, Innsbruck, S. 174-177

PRÖBSTL, U., (1990):

Skisport und Vegetation, Weilheim, 128 S.

PRÖBSTL, U., (1991):

Handbuch Ökoprüfung, Entwurf eines Bewertungsverfahrens für Skigebiete, unveröffentlichtes Manuskript, Etting, 54 S.

SCHAUER, Th., (1981):

Vegetationsveränderungen und Florenverlust auf Skipisten in den bayerischen Alpen. In: Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 46, München S. 149-179

### Anschrift der Verfasser

Dr. Ulrike Pröbstl  
Freie Landschaftsarchitektin, BDLA  
St. Andrä-Str. 8  
82398 Etting - Polling  
Tel.: 08802/8865  
Fax: 08802/8513

Bernhard Förster  
St. Andrä-Str. 8  
82398 Etting - Polling  
Tel.: 08802/8865  
Fax: 08802/8513

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [4\\_1996](#)

Autor(en)/Author(s): Pröbstl Ulrike, Förster Bernhard

Artikel/Article: [Ökologische Überprüfung und Bewertung von Skigebieten mit Hilfe geographischer Informationssysteme 71-78](#)