© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Sauteria 10, 1999 Biotopkartierung im Alpenraum 145-162

MODELL ZUR DARSTELLUNG DES RÄUMLICHEN KONFLIKTPOTENTIALS ZWISCHEN SCHIPISTEN UND VEGETATION

Modeling the spatial conflict between skislopes and vegetation

von

Hanns Kirchmeir

Schlagwörter: Schitourismus, Störung, GIS, Geomorphologie, Alpen, Naturschutz.

Key words: Skitourism, disturbance, GIS, geomorphology, alps, natur conservation.

Zusammenfassung: Neben den indirekten Einflüssen über veränderte landwirtschaftliche Strukturen stellt der Schitourismus durch den Schipistenbetrieb einen bedeutenden direkten Eingriff in den Naturhaushalt dar, der sich auch massiv auf die Vegetation auswirkt. Bei der Beurteilung dieser negativen Einflüsse von Schipisten konzentrierte man sich bisher auf die Erosions- und die Wiederbegrünungsproblematik auf planierten Pistenabschnitten.

Am Beispiel des Schigebietes Komperdellalm in Tirol soll erstmals eine flächige Bewertung der Vegetationsschäden vorgestellt werden, wobei anhand einer historischen Vegetationskarte von Wagner 1965 ein IST-SOLL Vergleich durchgeführt werden konnte. Das Ergebnis der Kartierung zeigte, daß 94% der Vegetation unter Schipisten sichtbare Schäden zeigen. 24% wurden durch Planierarbeiten zerstört und 25% sind als stark gestört einzustufen. Der Schipistenanteil je Vegetationseinheit schwankt zwischen 0% und 44%.

Durch den Einsatz der Analysemöglichkeiten eines geografischen Informationssystems konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen den geomorphologischen Ansprüchen und dem Schipistenanteil je Vegetationseinheit nachgewiesen werden. Aus dem Ergebnis der Scha-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

denskartierung und dem Schipistenanteil je Vegetationseinheit kann eine Einstufung in Gefährdungsklassen erfolgen.

Summary: There are several indirect influences of skitourism on vegetation by the change of agricultural structures but a direct impact on the vegetation cover by constructing and maintaining skislopes or uplift facilities can be traced as well. Most studies about the impact of skitourism on vegetation are concerned with the erosion and reseeding on leveled parts of skislopes only.

In this study the whole area of skislopes of the skiing-resort of Komperdellalm in Tirol (Austria) has been mapped using a 6 point scale to classify the degree of vegetational damage. The actual state of the vegetation ist compared with the old vegetation map of WAGNER 1965 which shows the situation befor skitourism started.

The result of the skislope-mapping revealed that 94% of the skislopes show visuable vegetation damages. 24% have been destroyed by removing the whole vegetation layer and 25% have been classified as seriously damaged. The portion of skislopes on the 22 different vegetation units varies between 0% and 44%. Using the analysing facilities of a geografic information system a significant relation between the geomorphological characterization of a vegetation unit and the area which is affected by slopes has been detected.

By combining the mean degree of damage with the amount of slopes on each vegetation unit an index of impairment has been calculated.

Einleitung

Obwohl in Österreich laut amtlicher Eisenbahnstatistik die Anzahl von technischen Aufstiegshilfen in den Jahren 1989 bis 1994 um ca. 5% zurück ging, stieg im gleichen Zeitraum die Transportkapazität (Personen pro Stunde und Höhenmeter) um 20% an.

Damit ist ein weiterer Expansionsdruck der Schigebietsflächen zu erwarten. So hat zum Beispiel die Tiroler Landesregierung im Frühjahr 1996 einer Erweiterung der Schigebietsflächen um 1250 ha zugestimmt (HASSLACHER 1996). Nur ein Zeichen dafür, daß die Schipistenproblematik noch immer aktuell ist.

Die naturschutzfachliche Auseinandersetzung mit dieser Thematik begann bereits in den 60-er Jahren, wobei im Mittelpunkt des Interesses die standörtlichen Veränderungen auf planierten Schipistenabschnitten und deren Wiederbesiedlung bzw. die Möglichkeiten der Wiederbegrünung waren (CERNUSCA 1977; DELARZE 1994; GRABHERR 1986; GRABHERR 1995; HÜNERWADL 1982; MEISTERHANS 1982; MOSIMANN 1986; SCHAUER 1981; SCHICHTL 1988; URBANSKA 1994 u.a.).

Bisher beschäftigten sich nur wenige Autoren mit einer quantitativen Erfassung und Bewertung von Vegetationsschäden in einem Schigebiet. BAYFIELD 1971 beurteilte den Vegetationszustand auf Schipisten in den Cairngorm-Mountains in Schottland anhand einer 3-stufigen Schädigungsskala in einem

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Stichprobenverfahren. Thomas DIETMANN et al. 1993 entwickelten für die Schigebiete in Bayern eine umfassende Methode zur Erfassung und Inventarisierung von Eingriffen und baulichen Maßnahmen im Zuge der schitouristischen Nutzung, wobei jedoch der Einfluß auf die Vegetation nicht bewertet wurde.

Im Unterschied zu den oben zitierten Arbeiten wurde in dieser Untersuchung im Schigebiet der Komperdellalm (Tirol) eine vollständige, flächige Kartierung von Vegetationsschäden auf Schipisten durchgeführt. Ziel dieser Kartierung war es, die Beeinträchtigung und Veränderung der Vegetation im Bereich der Schipisten auch abseits von planierten Flächen zu erfassen.

Schon die Voruntersuchung zeigte, daß nicht alle Vegetationseinheiten zu gleichen Flächenanteilen von Schipisten betroffen werden und so stellte sich die Frage, ob sich ein Zusammenhang zwischen der räumlichen Verteilung von Schipisten und Vegetationseinheiten aus geomorphologischen Faktoren ableiten und beschreiben läßt.

Im Unterschied zu den Untersuchungen von HOFER (1981) in Obergurgl oder SPATZ (1978) im Gasteinertal, findet diese Untersuchung nicht auf einer floristischen Ebene statt sondern es sollen die Einflüsse auf Ebenen der von WAGNER 1965 unterschiedenen Vegetationseinheiten, also auf Gesellschaftsniveau untersucht und beschrieben werden.

Die Vergleichsgrundlage dazu stellt die Vegetationskarte von WAGNER 1965 dar, die in den Jahren 1949/50 entstand (jedoch erst 1965 publiziert wurde).

Diese Vegetationskarte, die vor der wintertouristischen Erschließung entstanden ist, war das ausschlaggebende Kriterium für die Wahl des Untersuchungsgebietes. Durch sie ergab sich die Möglichkeit, den Ist-Zustand der Vegetation mit dem ursprünglichen Zustand zu vergleichen.

Das Schigebiet Komperdellalm liegt im Gemeindegebiet von Serfaus in Tirol auf der Süd-Ostabdachung der Samnaun-Gruppe, die das Oberinntal auf der orografisch linken Seite begleitet. Der Großteil der Schipisten liegt in der subalpinen und alpinen Höhenstufe auf Wiesen- und Weideflächen eines ausgedehnten Almgebietes. Die geologische Situation ist sehr heterogen, da das Gebiet am Rand des Engadiner Fensters liegt und basenreiches sowie basenarmes Grundgestein eng miteinander verzahnt sind.

Material und Methoden

Da in dieser Untersuchung räumliche Daten eine grundlegende Rolle spielen, wurden alle benötigten Karten in einem geografischen Informationssystem (ARC/INFO) digital erfaßt und bearbeitet. In der ersten Arbeitsphase

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

wurde die im Maßstab 1:10.000 publizierte Vegetationskarte (WAGNER 1965) digitalisiert und in 2 Winterbegehungen (1991/92 und 1992/93) wurden die Schipisten auf der Luftbildkarte (1:10.000) kartiert und ebenfalls digitalisiert. Im Sommer 1992 wurden anhand von mehreren Transekten und Vegetationsaufnahmen die durch den Schitourismus entstandenen Vegetationsschäden für unterschiedliche Vegetationseinheiten dokumentiert. Dabei wurden planierte Pistenabschnitte nicht neu erhoben, da dafür bereits Untersuchungen (LINSKENS et al. 1987) aus dem Gebiet vorlagen.

Anhand dieser Geländeerfahrung und den von BAYFIELD (1981) verwendeten Kriterien wurde ein 6-stufiger Schlüssel zur flächigen Bewertung von Vegetationsschäden auf Schipisten entwickelt (Tab. 1).

Beurteilungskriterien

Schädig. -stufe	Schädigung des Oberbodens	Zustand bestandes-aufbauender Arten	Wasserhaushalt
0	keine	ohne Schädigungen	ungestört
1	wenige, kleine Schürfstellen	sichtbare Schäden einzelner Individuen	ungestört
2	1-10%	regelmäßige Schäden feststellbar	leichte Störung durch Verletzung d. Oberbodens
3	10-25%	treten stark zurück	Störung durch Verletzung des Oberbodens
4	25-50%	Beschränkung auf kümmerliche Restgruppen	bis 30cm tiefe Drainagen
5	über 50%	fehlen +/- vollständig	über 30cm tiefe Drainagen

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Schädig. -stufe	Folgen: floristische Zusammensetzung	Folgen: Gesellschaftscharakter	Folgen: Weiterbestand bei gleichbleibender Nutzung
0	ursprünglich	ursprünglich	ja
1	+/- ursprünglich	bleibt +/- erhalten	ja
2	Pionierarten treten auf	verändert	bedingt
3	stärkerer Einfluß von Pionierarten, empfindliche Arten scheiden aus	stark verändert	fraglich
4	empfindliche, stenöke Arten scheiden aus; Arten mit weiter ökolog.Amplitude und Pionierarten nehmen zu	nur noch inselhaft erhalten	nicht zu erwarten
5	Sekundär, nur Ubiquisten bleiben	Ersatzgesellschaft	nein

Tab. 1: Schlüssel zur flächigen Ansprache von Vegetationsschäden auf Schipisten. Das Kriterium "Zustand bestandesaufbauender Arten" kommt vor allem bei Zwergstrauchheiden und Grünerlenbeständen zur Anwendung. Da die Kriterien ODER verknüpft sind, reicht das Zutreffen eines Kriteriums für die Einstufung in eine Schädigungsstufe aus (KIRCHMEIR 1996).

Die flächendeckende Kartierung der Schipisten und dazugehöriger Infrastruktur wie Beschneiungs- und Liftanlagen erfolgte im Sommer 1993.

Um eine räumliche Korrelation zwischen Schipisten, Vegetation und Geomorphologie ableiten zu können, wurden unterschiedliche thematische Karten (Layer) in einem geographischen Informationssystem erstellt und miteinander verschnitten.

Grundlage für die geomorphologischen Daten waren Höhendaten vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, die in einem 50 x 50 m Punktraster vorliegen. Am Westrand des Untersuchungsgebietes wurde das Höhenmodell durch Isohypsen aus der ÖK 25 ergänzt, da hier Rasterdaten fehlten (kleiner Bereich unter dem Furglergipfel, westlich vom Scheid-Lift).

Aus diesen Punkt- und Linienkarten wurde ein triangulares, netzförmiges Höhenmodell gerechnet (TIN), und dieses in eine 5 x 5 m Rasterkarte umgewandelt. Bei der Umwandlung wurde die Höhenangabe auf ganze Meter

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

gerundet. Aus diesem Höhenmodell konnten folgende Karten errechnet werden:

· Höhenklassenkarte	66 Klassen	(20 m Schritte; von1500 bis 3000 m)
· Expositionskarte	9 Klassen	(eben, N, NE, E, SE, S, SW, W, NW)
· Neigungsklassenkarte	9 Klassen	(0-5°,-10°,-20°,-30°.....-70°,-80°)

Diese drei Karten wurden wiederum zu einer Stratumskarte zusammengefaßt, deren Einheiten (Strata) bezüglich jedem der drei Faktoren homogen sind. So entsprechen z.B. alle Flächen, die in der Höhenstufe 1800-1820 m liegen, Südost-exponiert und zwischen 10-20° geneigt sind, einem Stratum. Diese Stratumskarte wurde ihrerseits mit der Vegetationskarte und der Karte der Schipisten verschnitten. Als Ergebnis können die Flächenanteile von Vegetationseinheiten und Schipisten je Stratum ermittelt werden und diese stellen die Datengrundlage für die folgende Korrelationsanalyse dar (Tab. 2).

Bevor nun die Methode der Korrelationsanalyse zwischen Geomorphologie und Schipisten bzw. Vegetationseinheiten dargestellt wird, soll anhand zweier Gesellschaften die zugrunde liegende Hypothese dieser Methode näher erläutert werden.

In Abb. 1 sind die Verschneidungsergebnisse für das POETUM ALPINAE-SUPINAE und das SESLERIO-SEMPERVIRETUM in Form von Häufigkeitsverteilungen dargestellt.

Kommt es zu einer hohen Übereinstimmung der Verteilungskurven von Vegetation und Schipiste, ist ein räumlicher Konflikt zu erwarten.

Aus den schwarzen Verteilungskurven läßt sich ablesen, daß Schipisten auf Nord- bis Südost-exponierten, schwach bis mittel geneigten Hängen in einer Höhenstufe von 1800 - 2300 m ihre größte Häufigkeit haben.

Das POETUM ALPINAE-SUPINAE stimmt bezüglich der verglichenen geomorphologischen Faktoren stärker mit den Schipisten überein als das SESLERIO-SEMPERVIRETUM. Ein Hauptunterschied ist vor allem in der Expositionsverteilung zu erkennen. Die Erwartung, daß das POETUM ALPINAE deshalb auch stärker von Schipisten betroffen ist, wird durch den aktuellen Pistenanteil von 44% (SESLERIO-SEMP. 0,05%) bestätigt.

Einen weitaus genaueren Wert für die Ähnlichkeit der geomorphologischen Ansprüche von Vegetation und Schipisten erhält man, wenn man nicht die drei Geoparameter getrennt betrachtet, sondern diese zu Strata zusammenfaßt.

Da die Verteilung von Schipiste und Vegetationseinheiten auf ca. 2000 Strata nicht sinnvoll in einem Häufigkeitsdiagramm dargestellt werden kann, soll hier nur ein Ausschnitt aus der Tabelle, die der Korrelationsanalyse

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

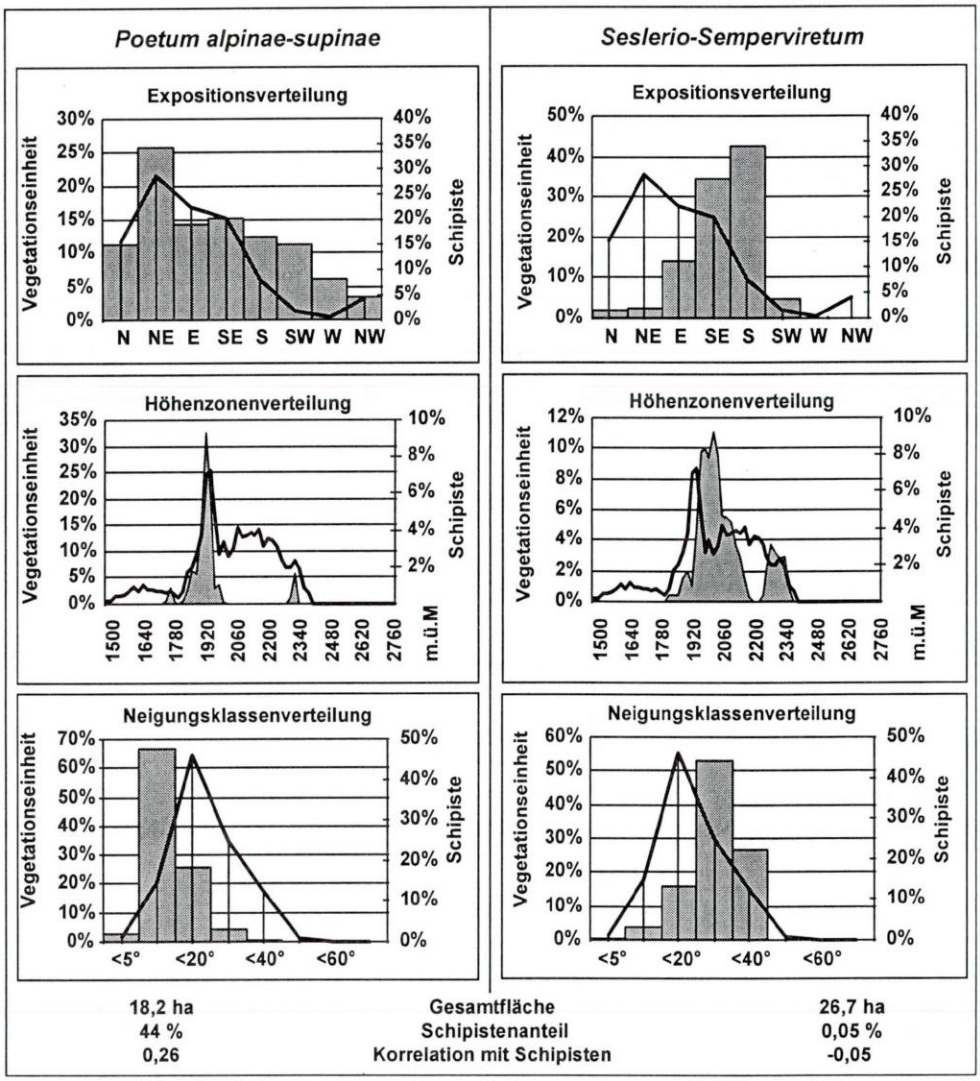

Abb. 1: Vergleich der Häufigkeitsverteilungen für das POETUM ALPINAE-SUPINAE, SESLERIO-SEMPERVIRETUM und Schipisten auf die Stratifizierungsfaktoren Seehöhe, Exposition und Hangneigung. Auf der X-Achse sind die Parameterstufen und auf den Y-Achsen die relativen Flächenanteile von Vegetation und Schipiste aufgetragen. Die Vegetationseinheiten sind als graue Flächen, die Schipisten als schwarze, durchgezogene Linie ausgeführt. Die Angabe "Korrelation mit Schipisten" gibt den Stratums-Korrelationskoeffizienten der Vegetationseinheit wieder.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

zugrunde liegt, vorgestellt werden (Tab. 2).

Bei der Korrelationsanalyse werden nun die Flächenanteile von Schipisten und Vegetationseinheiten je Stratum für alle Strata miteinander verglichen, wobei die Reihenfolge der Strata in der Tabelle belanglos ist. Je höher der Korrelationskoeffizient (Formel 1), um so ähnlicher ist ihre Verteilung auf die Strata.

Stratum Nr.	Seslerio Semp. (m²)	Poetum-alpinae (m²)	Stratum (m²)	Piste (m²)	Expo.	Neigung	Seehöhe
/	/	/	/	/	/	/	/
2216			6100	75	NE	5-10°	1820-1840 m
2217			13525	200	NE	5-10°	1840-1860 m
2218		825	24450	700	NE	5-10°	1860-1880 m
2219		425	25825	600	NE	5-10°	1880-1900 m
2220		175	18425	1075	NE	5-10°	1900-1920 m
2221		1125	15725	3400	NE	5-10°	1920-1940 m
2222		925	13500	2650	NE	5-10°	1940-1960 m
2223		350	12950	6775	NE	5-10°	1960-1980 m
2224	100	1250	22375	12725	NE	5-10°	1980-2000 m
2225		625	35125	12100	NE	5-10°	2000-2020 m
/	/	/	/	/	/	/	/
4410			175		SE	20-30°	1700-1720 m
4411			950		SE	20-30°	1720-1740 m
4415			2000		SE	20-30°	1800-1820 m
4416			3475		SE	20-30°	1820-1840 m
4417			4075		SE	20-30°	1840-1860 m
4418	50		3750		SE	20-30°	1860-1880 m
4419	300		4250		SE	20-30°	1880-1900 m
4420	175		4650		SE	20-30°	1900-1920 m
4421	450		4175		SE	20-30°	1920-1940 m
4422	1500		6125		SE	20-30°	1940-1960 m
4423	1275		5175		SE	20-30°	1960-1980 m
4424	525	200	4500		SE	20-30°	1980-2000 m
4425	1300		3800		SE	20-30°	2000-2020 m
4426	775		3300		SE	20-30°	2020-2040 m
4427	1525		1625		SE	20-30°	2040-2060 m
/	/	/	/	/	/	/	/

Tab. 2: Ausschnitt aus der Gesamttabelle für das SESLERIO-SEMPERVIRETUM und das POETUM ALPINAE-SUPINAE. Jede Zeile beschreibt ein Stratum, während in den Spalten die Flächenanteile von Vegetationseinheiten, Stratum und Schipisten zu finden sind. Rechts folgen die das Stratum beschreibenden Variablen Exposition, Neigungsklasse und Seehöhenstufen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Formel 1: Pearsonscher Korrelationskoeffizient

$$r_{xy} = \frac{Cov(X,Y)}{s_x * s_y}$$

r = Korrelationskoeffizient
s = Standardabweichung
Cov (x,y) = Kovarianz der Datenreihen X und Y

Dieses Verfahren wurde für alle Vegetationseinheiten durchgeführt und liefert für jede Einheit einen Korrelationskoeffizient zwischen -1 und 1, der im Folgenden als Stratums - Korrelationskoeffizient bezeichnet wird, da er auf den Flächenanteilen je Stratum basiert.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Ergebnisse:

Durch die Schadenskartierung wurden 120 ha Schipisten inkl. Beschneiungs- und Liftanlagen erfaßt und beurteilt. Nimmt man als Gebietsabgrenzung die Grenzen der Vegetationskarte von WAGNER 1965, so nehmen die Schipisten ca. 10% der gesamten Fläche ein (Abb. 2).

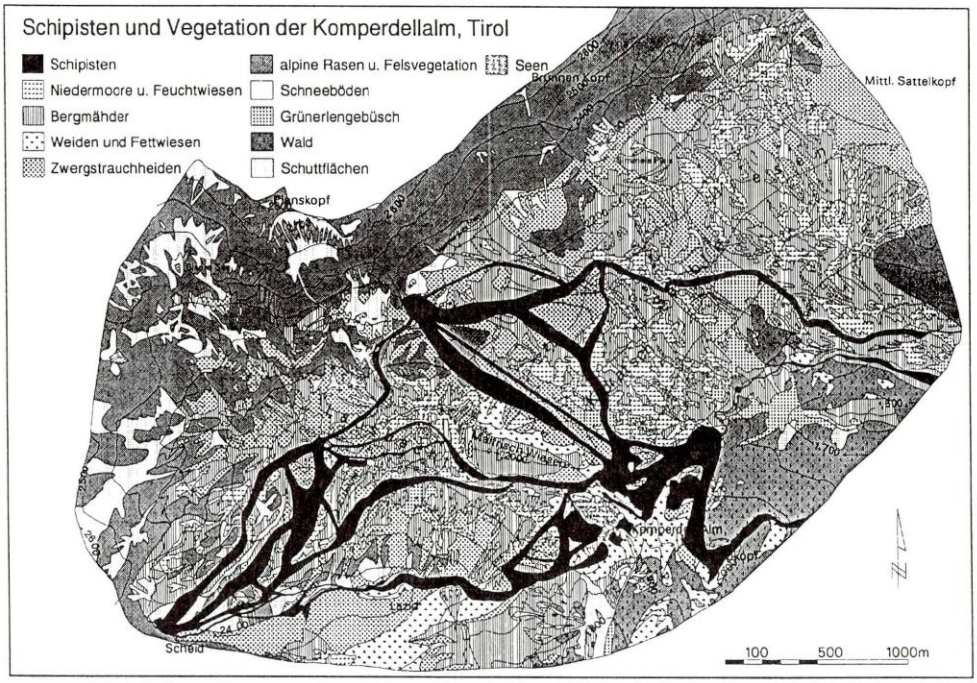

Abb. 2: Die 22 von WAGNER 1965 unterschiedenen Vegetationseinheiten wurden für die Darstellung zu übergeordneten Gruppen zusammengefaßt. Eine vollständige Liste der Einheiten findet man in Tab. 4.

Dabei werden nicht alle Vegetationseinheiten zu gleichen Anteilen von Schipisten betroffen, sondern der Pistenanteil schwankt zwischen den Vegetationseinheiten von 0% bis 44%. Die relativen Flächenanteile werden in Abb. 3 gegenübergestellt. Die absoluten Flächenangaben für Schipisten und Vegetationseinheiten findet man in Tab. 3.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

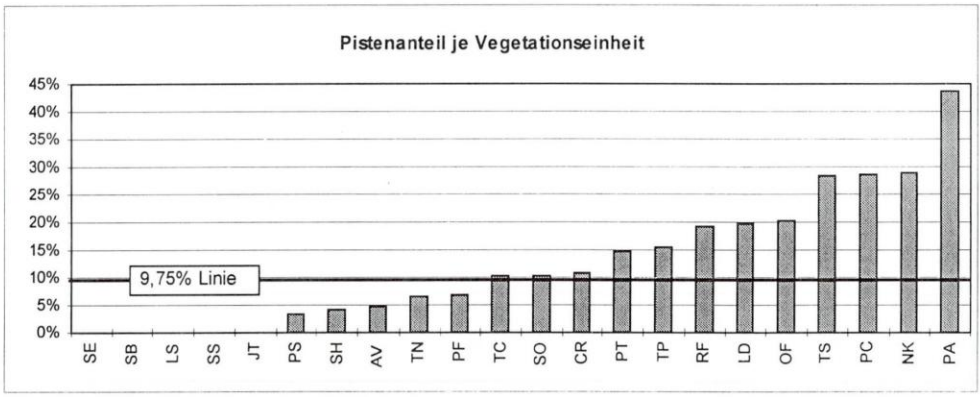

Abb. 3: Der Flächenanteil von Schipisten an den Vegetationseinheiten schwankt zwischen 0% und 44%. Die 9,75%-Linie markiert den Flächenanteil von Schipisten am gesamten Untersuchungsgebiet. Erläuterung der Abkürzungen in Tab. 4.

Abb. 4 stellt die relativen Flächenanteile je Schädigungstufe für die 120 ha Schipistenflächen dar. Nur 6% der Vegetation unter Schipisten weisen keine sichtbaren Schäden auf. 24% der Vegetation auf Schipistenflächen wurden durch Planierungsarbeiten zerstört und weitere 25% sind als stark oder sehr stark gestört einzustufen. Räumlich konzentrieren sich die Planierungsaktivitäten auf den Bereich um die Liftstationen und auf die baulichen Maßnahmen der Beschneiungsanlagen.

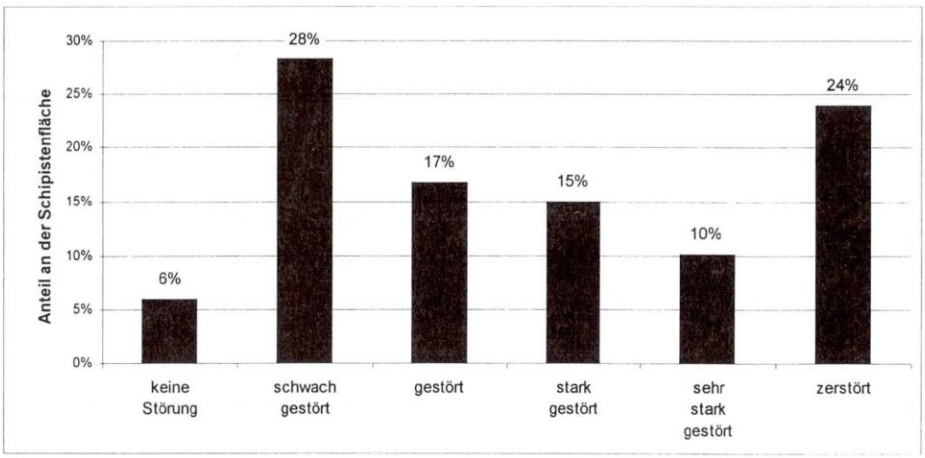

Abb. 4: Relative Anteile der Schipistenvegetation (120 ha) an den 6 Schädigungsstufen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Durch den Vergleich der Flächenanteile von Vegetationseinheiten und Schipiste je Stratum wurde ein Korrelationskoeffizient errechnet, der umso höher ist, je stärker sich die Ansprüche von Schipisten und Vegetation bezüglich der Stratifizierungsfaktoren Seehöhe, Exposition und Hangneigung überdecken (Tab. 3). Stellt man nun diesem Stratums - Korrelationskoeffizient den tatsächlich von Schipisten betroffenen Flächenanteil gegenüber, so kann man folgendes XY-Diagramm (Abb. 5) erstellen:

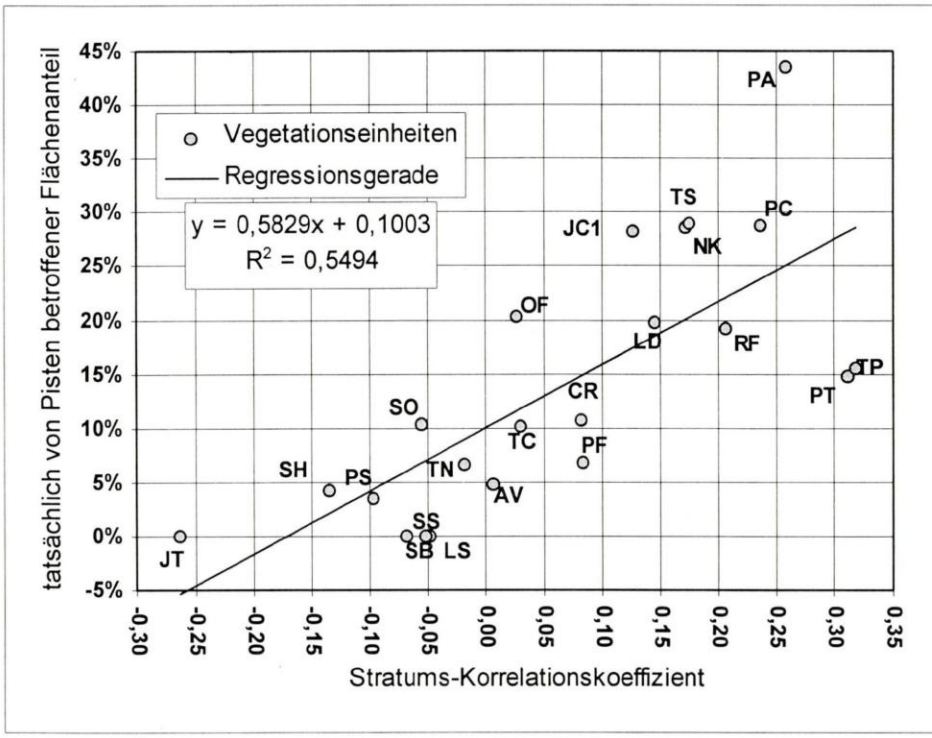

Abb. 5: Gegenüberstellung von Stratums-Korrelationskoeffizient und tatsächlichem Pistenanteil. Erläuterung der Abkürzungen in Tab. 4.

Auf der X-Achse findet man die über das beschriebene Verfahren ermittelten Stratums - Korrelationskoeffizienten, während auf der Y-Achse der Schipistenanteil je Vegetationseinheit aufgetragen ist. Jede Vegetationseinheit kann nun durch diese beiden Werte in einem zweidimensionalen Raum beschrieben werden. Berechnet man eine Regressionsgerade und deren Bestimmtheitsmaß, wird bestätigt, daß der tatsächliche Pistenanteil je Vegeta-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

tionseinheit signifikant von den geomorphologischen Ansprüchen der Einheit abhängt.

Um die verbleibende Streuung der Punkte in Abb. 5 zu erklären, müssen weitere Faktoren berücksichtigt werden. So ist zum Beispiel die Größe der betrachteten Vegetationseinheit ein wichtiger Faktor, da bei kleinen Einheiten der Zufall eine beachtliche Rolle spielt, zu welchen Anteilen sie von Schipisten betroffen werden.

Ein anderer Faktor ist die Wahl der Gebietsabgrenzung. So wurde für diese Untersuchung die Abgrenzung der Vegetationskarte von WAGNER 1965 übernommen. Diese Abgrenzung beinhaltet jedoch einen großen, mit TRICHOPHORETUM und PLANTAGINI-TRIFOLIETUM bestockten Bereich, der (noch?) nicht schitouristisch erschlossen ist. Dieser große unerschlossene Bereich senkt den relativen Pistenanteil dieser Einheiten, obwohl aufgrund der geomorphologischen Kriterien ein höherer Anteil zu erwarten wäre.

Diskussion

Der Nachweis eines signifikanten Zusammenhangs zwischen den geomorphologischen Ansprüchen und dem tatsächlichen Schipistenanteil einer Vegetationseinheit erlaubt es, Prognosen zu erstellen, welche Vegetationseinheiten durch den Schitourismus besonders bedroht sind.

Aus der Gleichung der Regressionsgeraden in Abb. 5 (Formel 2) kann für jede Vegetationseinheit aufgrund des Stratums-Korrelationskoeffizient ein zu erwartender Pistenanteil errechnet werden (Tab. 3).

Formel 2: $y = 0{,}5829x + 0{,}1003$

Formel der Regressionsgeraden, die den Zusammenhang zwischen aktuellem Pistenanteil (y) und Stratums-Korrelationskoeffizienten (x) erklärt

Zur Bewertung der Gefährdung durch den Schitourismus wurde die mittlere Schädigungsstufe (Ergebnis aus der Schadenskartierung) mit dem Pistenanteil für jede Vegetationseinheit zu einem Gefährdungsindex kombiniert (Formel 3).

Im Gefährdungsindex werden qualitative und quantitative Bewertungen zu einem Wert kombiniert, der einen Vergleich der Vegetationseinheiten untereinander zuläßt. Vegetationseinheiten, die eine hohe mittlere Schädigungsstufe aufweisen - also stark durch Schipisten gestört werden - und

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Formel 3: $GI = (MS)^2 \times PA$

Formel zur Errechnung des Gefährdungsindex (GI) einer Vegetationseinheit. MS = arithmetisches Mittel der Schädigungsstufen (0<= MS >=5) und PA = Pistenanteil an der Vegetationseinheit (0<= PA >=1).

zusätzlich von einem hohen Schipistenanteil betroffen werden, erhalten einen hohen Gefährdungsindex. Eine Übersicht dieser Ergebnisse ist in Tab. 3 dargestellt.

Vegetationseinheit	Gesamtfläche (m²)	davon unter Pisten:	Stratums-Korrel.-koef.	tatsächl. Pisten-anteil	zu erwartender Pistenanteil	mittlere Schädig.-stufe	aktueller Gefährdungs-index	potentieller Gefährdungs-index
Juncetum trifidi	1.879.300	1.300	-0,26	0,1%	0%	4,0	0,0	-0,8
Schuttflächen	928.700	39.600	-0,13	4,3%	2,2%	1,3	0,1	0,0
Piceetum subalpinum	919.500	31.700	-0,10	3,4%	4,4%	5,0	0,9	1,1
Schneeböden	29.400	0	-0,07	0,0%	6,0%	-	0	0
Loiseleurietum	196.500	0	-0,05	0,0%	7,2%	-	0	0
offenes Seslerio-Semp.	143.200	14.700	-0,05	10,3%	6,8%	4,0	1,6	1,1
Seslerio-Semperviretum	267.400	130	-0,05	0,05%	7,0%	5,0	0,0	1,7
Trifolio-Nardetum	676.400	44.500	-0,02	6,6%	8,9%	1,8	0,2	0,3
Alnetum viridis	406.100	19.600	0,01	4,8%	10,4%	4,3	0,9	2,0
offene Mähder	136.300	27.700	0,03	20,3%	11,6%	2,0	0,8	0,5
Trifolio-Callunetum	1.166.200	118.500	0,03	10,2%	11,8%	3,4	1,2	1,4
Calluno-Rhodoretum	387.800	41.700	0,08	10,7%	14,8%	1,2	0,2	0,2
Pulsatillae-Festucetum	1.188.600	81.400	0,08	6,8%	14,9%	2,4	0,4	0,8
basenreiche,alp. Parallelges.	144.100	40.700	0,13	28,2%	17,4%	3,2	2,9	1,8
Ligustico-Deschampsietum	118.000	23.200	0,15	19,6%	18,5%	3,1	1,9	1,8
Trisetetum	23.300	6.600	0,17	28,5%	20,1%	2,4	1,7	1,2
Poeto-Nardetum	487.900	140.800	0,18	28,9%	20,3%	2,8	2,2	1,6
Rhodoretum	656.100	126.100	0,21	19,2%	22,1%	2,9	1,6	1,9
Parvocariceta	36.400	10.400	0,24	28,7%	23,8%	3,5	3,6	3,0
Poetum alpinae-supinae	182.100	79.400	0,26	43,6%	25,1%	2,4	2,5	1,5
Plantagini-Trifolietum	1.271.600	186.600	0,31	14,7%	28,2%	2,2	0,7	1,4
Trichophoretum caespitosi	1.096.100	168.700	0,32	15,4%	28,5%	2,7	1,1	2,0
Gesamt	**12.347.500**	**1.203.330**	-	9,8%	13,1%	2,7	-	-

Tab. 3: Ergebnisse der Schadenskartierung, Stratums-Korrelationskoeffizient und Gefährdungsindex je Vegetationseinheiten. Für Vegetationsein-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

heiten, die aktuell nicht von Schipisten betroffen werden, wurden die Gefährdungsindizes auf Null gesetzt. Der zu erwartende Pistenanteil im JUNCETUM TRIFIDI wäre -5% (Formel 2), und wurde daher auch auf Null gesetzt.

Ersetzt man den tatsächlichen Pistenanteil mit dem aufgrund des Stratums-Korrelationskoeffizienten zu erwartenden Pistenanteil (Formel 2), kann man mit Formel 3 einen potentiellen Gefährdungsgrad je Vegetationseinheit ermitteln.

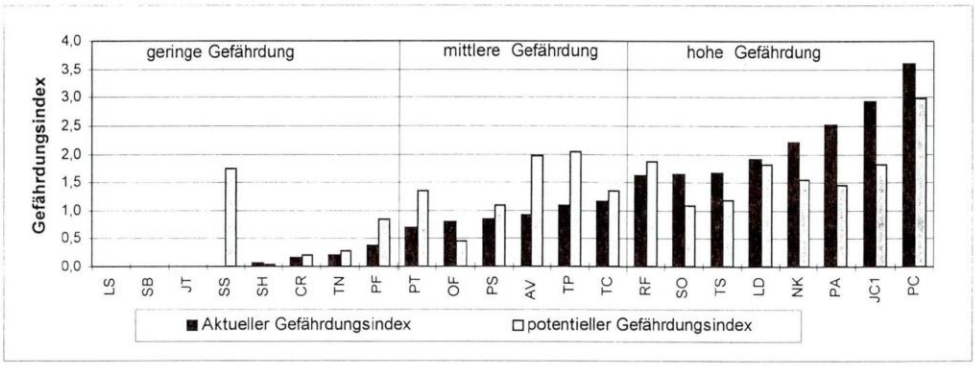

Abb 6: Aktueller und potentieller Gefährdungsindex. Erläuterung der Abkürzungen in Tab. 4.

Differenzen zwischen den beiden Gefährdungsindizes lassen sich zum Teil durch die vorgenommene Gebietsabgrenzung und die Flächengröße der Vegetationseinheiten erklären (siehe dazu Seite 157). Besonders herauszustreichen ist der hohe Gefährdungsindex der Kleinseggenbestände (PC). Sie sind durch den Bau der Beschneiungsanlagen (Wasserspeicher) und die Drainage von Pistenflächen sowohl qualitativ als auch quantitativ besonders stark beeinträchtigt worden.

Eine Verbesserung der Aussagekraft der Ergebnisse ließe sich durch die Auswertung weiterer Schigebiete und den Einsatz eines genaueren Höhenmodells erzielen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

AV	Alnetum viridis	**PA**	Poetum alpinae-supinae	**SO**	offenes Seslerio-Semperviretum
CR	Calluno-Rhodoretum	**PC**	Parvocariceta	**SS**	Seslerio-Semperviretum
JC1	basenreiche,alp.Parallelges.	**PF**	Pulsatillae-Festucetum	**TC**	Trifolio-Callunetum
JT	Juncetum trifidi	**PS**	Piceetum subalpinum	**TN**	Trifolio-Nardetum
LD	Ligustico-Deschampsietum	**PT**	Plantagini-Trifolietum	**TP**	Trichophoretum caespitosi
LS	Loiseleurietum	**RF**	Rhodoretum	**TS**	Trisetetum
NK	Poeto-Nardetum	**SB**	Schneeböden		
OF	offene Mähder	**SH**	Schuttflächen		

Tab. 4: Abkürzungen der Vegetationseinheiten (Nomenklatur nach WAGNER 1965).

Literatur

BAYFIELD, N. G. (1971): Some effects of walking and skiing on vegetation at Cairngorm. - In: DUFFEY, E. & A. S. WATT (eds.): The Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation. - Blackwell Scient. Publ. Oxford: 469-485.

CERNUSCA, A. (1977): Ökologische Veränderungen im Bereich von Schipisten. - In: „Das Österreichische Schirecht" (ed. SPRUNG & KÖNIG), Universitätsverlag Wagner: 72.

DELARZE, R. (1994): Dynamicque de la végétation sur les Pistes ensemencées de Crans-Montana (Valais, Suisse). Effets de l'altitude. - Botanica Helvetica **104**: 3-16.

DIETMANN, T., KOHLER, U. & H. LEICHT (1993): Landschaftsökologische Untersuchungen in Skigebieten des bayerischen Alpenraums; Darstellung der Methodik. - Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt: 147-195.

GRABHERR, G. (1986): Damage to vegetation by recreation in the Austrian and German Alps. - In: BAYFIELD, N. & G. C. BARROW: The ecological impacts of outdoor recreation on mountain areas in Europe and North America.- Recreation Ecology Research Group Report **9**: 74-91.

GRABHERR, G. (1995): Renaturierung von natürlichen und künstlichen Erosionsflächen in den Hochalpen. - Bericht d. Rheinh.-Tüxen-Ges. **7**: 37-46.

HASSLACHER, P. (1996): Seilbahnen und kein Ende! - Mitteilungen des Österreichischen Alpenvereins, Nr. **6-96**, Jhg. 51 (121): 22-23.

HOFER, H. (1981): Der Einfluß des Massenschilaufs auf alpine Sauerbodenrasen am Beispiel der Gurgler Heide (Ötztal/Tirol) und Beobachtungen zur Phänologie des Curvuletums. - Ber. Nat. Med. Ver.: 31-56.

HÜNERWADEL, D. (1982): Auswirkungen der Eingriffe auf Boden und die Pflanzendecke. - Berichte der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen: 12-17.

KIRCHMEIR, H. (1996):Auswirkungen des Pistenschilaufes auf die Pflanzenge-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

sellschaften der Komperdellalm (Tirol). Diplomarbeit an der Universität Wien.

LINSKENS, H. F., VAN GEMERT, P., HENDRIX, J., VAN SWAAY, C. (1987): Komperdell und Schitourismus; Eine Untersuchung am Modell der Alpenrosen-Zwergstrauchheiden und das Problem der Wiederbegrünung von Schipisten. - Sonderdruck des Deutschen Alpenvereins Köln Sektion Rheinland-Köln: 99.

MEISTERHANS, E. (1982): Entwicklungsmöglichkeiten für Vegetation und Boden auf Schipistenplanierungen. - Fachbeiträge zur Schweizerischen MAB-Information Nr.**10**: 13-35.

MOSIMANN, T. (1986): Skitourismus und Umweltbelastung im Hochgebirge. - Geographische Rundschau **6**: 303-311.

SCHAUER, T. (1981): Vegetationsveränderungen und Florenverlust auf Skipisten in den bayrischen Alpen. - Jb. Verein z. Schutz der Bergwelt: 1-24.

SCHICHTL, H. M. (1988): Hangsicherung mit ingenieurbiologischen Methoden im Alpenraum. - In: Erosionsbekämpfung im Hochgebirge. Jahrb. Ges. Ingenieurbiologie **3**: 55-77.

SPATZ, G. (1978): Die Beinflussung des Artengefüges einer Almweide im Bereich der Skiabfahrt Stubnerkogel. - Veröff. d. Österr. MaB-Programms „Hohe Tauern" **2**: 335-340.

URBANSKA, K. M. (1994): Ecological restoration above the timberline: Demographic monitoring of whole trial plots in the Swiss Alps. - Botanica Helvetica: 141-156.

WAGNER, H. (1965): Die Pflanzendecke der Komperdellalm in Tirol. - Extrait de Documents pour la Carte de la Vegetation des Alpes III: 59.

Adresse:

Mag. Hanns KIRCHMEIR
E.C.O.
Institut für Ökologie
Burggasse 10
A-9020 Klagenfurt
E-Mail: eco@aon.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Kirchmeir Hanns

Artikel/Article: Modell zur Darstellung des räumlichen Konfliktpotentials zwischen Schipisten und Vegetation 145-161