



Technische Beschneidung und Umwelt

Fachtagung am 15. November 2000

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 - 0
Fax: (0821) 90 71 - 55 56

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU).

Inhaltsverzeichnis

Begrüßung und Einführung	2
Hans-Georg Brandes, LfU	
Beschneigungsanlagen in Bayern - Stand der Beschneigung, potentielle ökologische Risiken -	5
Gernot Lutz, LfU	
Beschneigungsanlagen im Alpenraum: Bestand - Auswirkungen - Tendenzen	12
Dr. Ulrike Pröbstl	
Rechtliche Aspekte der Genehmigung von Beschneigungsanlagen	22
Matthias Roder, StMLU	
„Künstliches oder besser technisches Beschneien,, - Möglichkeiten und Grenzen	25
Augustin Kröll, Fellhornbahn GmbH	
Lärmsituation bei Beschneigungsanlagen	35
Dr.-Ing. Klaus R. Fritz, Müller-BBM GmbH	
Wasserwirtschaftliche Aspekte zur technischen Beschneigung	47
Toni Loipersberger, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft	
Folgen der technischen Beschneigung für Wildtiere und Regeln für verträgliche Beschneigung	51
Albin Zeitler, Wildbiologe (CWB)	
Vegetationskundliche Untersuchung auf beschneiten Flächen	57
Dipl. Biol. Ulrich Kohler	
Landschaftspflegerischer Begleitplan beim Bau von Beschneigungsanlagen	71
Dipl. Geograph Thomas Dietmann	
Referenten	84

Begrüßung und Einführung

Hans-Georg Brandes, LfU

Meine sehr verehrten Damen,
sehr geehrte Herren,

an dieser Stelle wollte eigentlich heute der Präsident des LfU, Herr Himmighoffen, die Begrüßungsworte an Sie richten. Als begeisterter Bergsteiger, Kletterer und Skifahrer hätte er Ihnen gerne ein paar persönliche Gedanken zum Tagungsthema vermitteln wollen.

Aber wie Sie sehen, ist es anders gekommen, denn er wurde kurzfristig heute Vormittag zu einem anderen wichtigen Termin abgerufen. Er hat mich gebeten, Ihnen seine herzlichen Grüße zu übermitteln. Der heutigen Fachveranstaltung wünscht er einen erfolgreichen Verlauf.

Ich begrüße Sie daher ganz herzlich zu unserer heutigen Fachveranstaltung

„Technische Beschneigung und Umwelt - Fakten, Meinungen, Perspektiven-„

und heiße Sie hier in Augsburg herzlich willkommen. Über das große Interesse an dem Tagungsthema bin ich sehr erfreut und ich bedanke mich, dass Sie so zahlreich zu uns gekommen sind. Mein besonderer Dank gilt aber schon jetzt der Referentin und den Referenten der heutigen Veranstaltung, die uns das Tagungsthema von verschiedenen Seiten beleuchten werden.

Meine Damen und Herren,

in den letzten 3 Jahren hat sich die Zahl der Beschneiungsanlagen in Bayern verdoppelt. Nach einer Pressemitteilung des StMLU vom 10. November dieses Jahres haben in Bayern 7,7% der Skipisten Beschneiungsanlagen. Tirol und Salzburg kommen danach auf 12%.

Auslöser für diese Entwicklung waren zum einen sicherlich einige zurückliegende schneearme Winter. Verstärkend dürfte die Entwicklung in Bayern aber auch auf den beachtlichen Konkurrenzdruck aus den benachbarten Alpenländern zurückzuführen sein. So wurden vor allem in den Bayerischen Alpen Anlagen errichtet, die es ermöglichen, auch bei Fehlen von natürlichem Schnee komplette Abfahrten durchführen zu können (Beispiele: Skigebiete Oferterschwang oder Fellhorn).

Damit ist die Praxis teilweise einen anderen Weg gegangen, als es in den **„Grundsätzen für die Genehmigung von Beschneiungsanlagen“** des StMLU vom (18.10.1993) Oktober 1993 vorgesehen ist. Hierin wird ausgeführt, dass die Beschneiungsanlagen dazu dienen können, „...einzelne, auch bei guten natürlichen Schneebedingungen regelmäßig vorzeitig ausapernde

oder abgefahrene Stellen, insbesondere auf Talabfahrten, bei im übrigen befahrbaren Pisten, vor mechanischen Boden- und Vegetationsschäden durch den Skibetrieb zu schützen.“ D.h. also, dass bei Bedarf punktuell beschneit werden kann, um Boden und Vegetation vor Schäden durch den Skibetrieb zu schützen.

Warum hat das LfU heute zu dieser Tagung eingeladen?

Seit den Anfängen der technischen Beschneigung in Bayern vor ca.13 Jahren hat sich das LfU mit der Beschneigungs-Thematik, vor allem aus ökologischer Sicht, befaßt.

Anfang 1991 haben wir im Auftrag des StMLU einen naturschutzfachlich orientierten Anforderungskatalog für die Errichtung und den Betrieb von Beschneigungsanlagen ausgearbeitet. Dieser konnte den Betreibern, aber auch den Naturschutz- und Genehmigungsbehörden, als Planungs-, Beurteilungs- und Entscheidungshilfe dienen.

Im Dezember 1991 haben wir im LfU eine Veranstaltung durchgeführt, bei der es darum ging, die Auswirkungen der Beschneigung auf die Umwelt zu erörtern, um sie besser erfassen und bewältigen zu können.

Nach der vom LfW herausgegebenen „**Arbeitshilfe für Gutachten zur Genehmigung von Beschneigungsanlagen nach Art. 59a BayWG**“ ist das LfU, zumindest fallweise, mit in die Stellungnahmen zu Beschneigungsanlagen eingebunden. Diese Einbindung wurde jedoch in den letzten Jahren sehr unterschiedlich gehandhabt. Aus arbeitsorganisatorischen Gründen haben wir uns in jüngerer Zeit bei der Begutachtung von konkreten Beschneigungsanträgen auf wenige bedeutendere Einzelfallbeurteilungen konzentrieren müssen. Dennoch konnten wir über die zurückliegenden Jahre hinweg insgesamt wichtige Erfahrungen über mögliche Auswirkungen von Beschneigungsanlagen auf den Naturhaushalt und das Landschaftsbild gewinnen.

Wesentlich verbunden mit dem Thema Beschneigung sind wir aber auch durch die seit nunmehr 10 Jahren vom LfU im bayerischen Alpenraum durchgeführte „**Skipistenuntersuchung Bayern**“.

Diese Untersuchung, bei der bis zum Jahr 2001 45 Skigebiete erfaßt sein werden, hat zum Ziel, die Situation der Skipisten und Skigebiete aus der Sicht des Naturschutzes und Landschaftspflege zu ermitteln und zu bewerten.

Eine ausführliche, objektive Dokumentation der Daten erlaubt es, Eingriffspotentiale besser beurteilen zu können und aufzuzeigen, wo und wie die ökologische Situation der Gebiete verbessert werden kann.

Inzwischen werden bei der Kartierung auch die Einrichtungen für Beschneigungsanlagen berücksichtigt.

Ich glaube, wir können feststellen:

Die Epoche der großen Eingriffe in Skigebiete, d.h. die Planierung von Pisten, ggf. auch die Neuanlage von Abfahrten, gehört heute der Vergangenheit an. Gerade in stark frequentierten und damit auch stark belasteten Skigebieten sind die Verantwortlichen sichtbar um eine erfolgreiche Sanierung in Richtung einer ökologischen Verbesserung der örtlichen Naturhaushalts-Verhältnisse bemüht.

Daraus lässt sich ableiten, dass die möglichen Auswirkungen von Beschneiungsanlagen auf die Natur nach 13 Jahren Praxis in Bayern zu interessanten Fragestellungen führt, die das LfU mit der heutigen Veranstaltung ansprechen möchte.

Die Fachtagung wollen wir als **Informationsplattform** verstanden wissen, über die aufgezeigt werden soll, wie sich die „Technische Beschneigung“ in ihren Auswirkungen, vor allem in Bayern, heute aus der Sicht von Fachleuten darstellt.

Einem Mißverständnis möchte ich jedoch bereits an dieser Stelle vorbeugend entgegenzutreten: Beschneigung, wie immer sie sich je nach betriebener Intensität und Höhenlage auswirkt, kann m.E. nicht von ökologischem Vorteil für den Standort sein. Warum?

Bei der technischen Beschneigung muss die alpine Vegetation regelmäßig eine längere, kontinuierlichere und andersartige Schneebedeckung „ertragen“ als bei einer natürlichen Entwicklung ohne Beschneigung. Darüber hinaus wird der Wasserhaushalt des Standorts zum Teil erheblich verändert. Allein diese Tatsachen lassen daher nicht den Schluss zu, aus ökologischer Sicht von Verbesserungen für den Naturhaushalt durch Beschneigung zu sprechen, auch wenn es positive Berichte zum Vegetationswachstum, wohl mehr aus landwirtschaftlichen Ertragsgesichtspunkten heraus, gibt.

Die genannten nachteiligen Auswirkungen der Beschneigung auf die Vegetation und den Wasserhaushalt beziehen sich daher vor allem auf die natürlichen und naturnahen Vegetationsstrukturen, die sich bisher unter schwierigen Klimabedingungen an diesen Standorten entwickelt haben. Weniger sind von dieser Problematik entsprechend die bereits durch Planierung stark gestörten und bis heute in vielen Fällen noch nicht naturnah regenerierten Pistenflächen betroffen.

Die weiteren Faktoren, von denen wir heute noch hören werden, wie Wasserregime, Lärm oder Energieverbrauch, gehören bei diesen Betrachtungen natürlich mit dazu.

Meine Damen und Herren,

ich möchte noch kurz auf das heutige Programm eingehen, das wir für die, die es nicht erhalten haben, auch noch einmal aufgelegt haben:

In einer ersten Runde am Vormittag werden wir uns über den **Stand der Beschneigung in Bayern**, über **Beschneiungsanlagen und deren Auswirkungen** sowie über **rechtliche Aspekte zu Beschneiungsanlagen** informieren und die Vortragsreihe vor der Mittagspause mit einem **Erfahrungsbericht eines Betreibers** abschließen.

Der Nachmittag ist dann zunächst den Aspekten **Lärm** und **Wasserwirtschaft**, der **Wildtierproblematik** sowie den **vegetationskundlichen Beobachtungen** auf beschneiten Flächen gewidmet. Mit den Ausführungen über den **landschaftspflegerischen Begleitplan für Beschneiungsanlagen** schließen wir dann die heutige Fachveranstaltung ab.

Beschneigungsanlagen in Bayern - Stand der Beschneigung, potentielle ökologische Risiken -

Gernot Lutz, LfU

Gliederung:

- Daten zur Beschneigung (Entwicklung, Stand)
- Beschneigung und Wirkungen auf die Umwelt
- Perspektiven



Beschneigung Allgemein



Entwicklung

- ∨ seit 40 Jahren in Amerika
- ∨ seit 22 Jahren in Europa
- ∨ seit 13 Jahren am Fellhorn

Systeme

- ∨ Niederdruck-(Propeller) Schnee-Erzeuger
Wasser/Strom/weniger laut
- ∨ Hochdrucksystem (einf. Mischrohr mit Düsen)
Kompressor-Station für Druckluft, Druckwasser, Druckluft
- ∨ HKD-(Herman K. Dupré) System
13 m hohe Lanze, drehbar, Druckluft nur für Nukleatorluft.

Technische Beschneigung und Umwelt, 15.11.2000 2



Beschneigung Allgemein



Faustzahlen (nach Dr. Wechsler, 1997)

- ∨ 20 cm erzeugter Schnee mit einer spezif. Dichte von 435 kg/m³ entspricht 100 cm Naturschnee
- ∨ Technisch erzeugter Schnee ist mechanisch 2,5-fach widerstandsfähiger als Naturschnee
- ∨ 1 Grundbeschneigung zwischen 20 und 35 cm Höhe erfordert 70 bis 120 Liter Wasser pro Quadratmeter (entspricht 700.000 - 1,2 Mio Liter pro ha)
- ∨ Nachbeschneigungen erfordern ca. 50-120 % der Grundbeschneigung
- ∨ Niederdruck/HDK-Anlagen haben einen spez. Leistungsbedarf von 30-40 KW/ha und einen spez. Energieverbrauch von 10.000-13.000 Kwh/a/ha
- ∨ Hochdruckanlagen haben einen spez. Leistungsbedarf von 50-70 KW/ha und einen spez. Energieverbrauch von 16.000-25.000 Kwh/a/ha
- ∨ Lärmbelastung in 20m Entfernung je nach Anlage 60-100 dB (A)

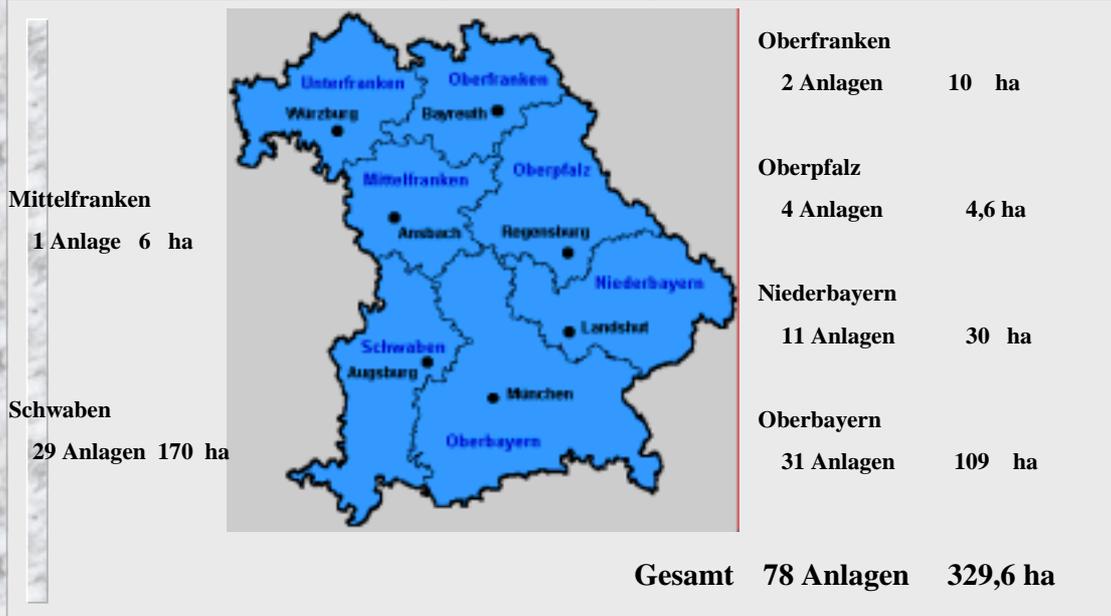
Technische Beschneigung und Umwelt, 15.11.2000

3



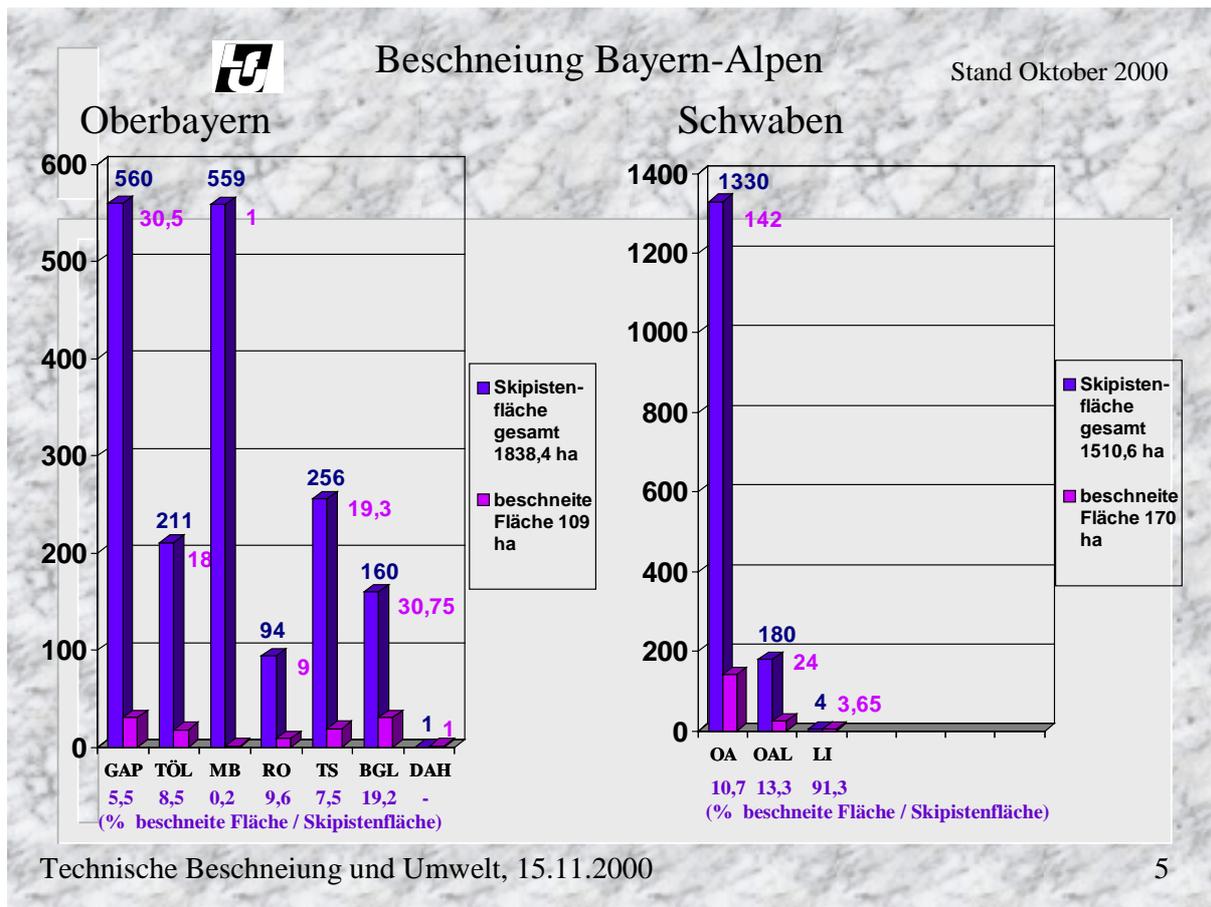
Stand Oktober 2000

Beschneigung Bayern



Technische Beschneigung und Umwelt, 15.11.2000

4



Beschneigung Bayern Stand Oktober 2000

	Oberbayern	Schwaben	gesamt	Anmerkungen
Länge verlegter Leitungen (m)	17.722	40.360	63.862	39 v. 78 Anlagen
Anzahl der Zapfstellen	332	417	893	55 v. 78 Anlagen
Art der Wasserentnahme				Mehrfachnutzung pro Anlage
Kommunal	9	12	21	
Privat	3	2	5	
natürl. Gewässer	18	13	47	
Speicher	14	18	44	
Höhenlage ü.NN				
unter 1000 m	20	12	47	
1000-1500 m	10	13	26	
über 1500 m	1	3	4	
ohne Angabe				1

Technische Beschneigung und Umwelt, 15.11.2000 6



Beschneieung und Wirkungen auf die Umwelt (Bau, Betrieb, Wartung)

- ∨ nicht nur direkt und standortbezogen, (Vegetation, Boden, Lärmerzeugung, Wassergebrauch, Infrastruktur), sondern vor allem indirekt und viele Wirkungsfaktoren umfassend (Wasserhaushalt, Energieeinsatz, Licht, Tierwelt, Landschaftsbild, Tourismusspirale, Ausdehnung der Beunruhigungszeiten)
- ∨ Standort Bergregion bedeutet erhöhte Sensibilität gegenüber Eingriffen (Klima, ruhiger Erholungsraum, landschaftliche Eigenart, Lebensraum für wildlebende Tierarten, Landschaftsschutz)
- ∫ wachsende Konfliktsituation mit dem betroffenen Ökosystem (Technisierung und Aktivität) und der Bedeutung der Bergwelt für den Menschen, die er grundsätzlich als besonders schützenswert betrachtet. (Alpenkonvention, Internationales Jahr der Berge 2002)

Technische Beschneieung und Umwelt, 15.11.2000

7



Beschneieung und Wirkungen auf die Umwelt



Versorgungsgräben (1,2-1,5 m tief)

(Wasser, Strom, Druckluft)

- ∨ Boden- und Vegetationsschaden während der Bauphase und ggf. danach
- ∨ Wasserabfluss/Erosion
- ∨ enge Wahlmöglichkeit für die pistengebundene Trasse
- ∨ Störung von Menschen und Tieren durch Baubetrieb, Revisions- und Reparaturarbeiten
- ∨ Zukünftige Erhaltung des Versorgungsnetzes?

Technische Beschneieung und Umwelt, 15.11.2000

8



Beschneidung und Wirkungen auf die Umwelt



Wassergebrauch

- ∨ Wassertemperatur möglichst unter 4°C
- ∨ Entnahme aus Fließ-, Stillgewässern, Quellen, Trinkwasserversorgungen
- ∨ Bau von Speicherteichen
 - landschaftsfremd
 - ohne positive ökologische Wirkung (Fallen)
 - nach Grundbeschneidung Wiederbefüllung in wasserarmer Zeit
 - Aushubmaterial
 - Abflusserhöhung (120-200l/m² = 12-20 mm Niederschlag)
 - Düngungseffekt

Technische Beschneidung und Umwelt, 15.11.2000

9



Beschneidung und Wirkungen auf die Umwelt Speicherteiche



Söllereck



Arber



Oberjoch



Technische Beschneidung und Umwelt, 15.11.2000

10



Beschneigung und Wirkungen auf die Umwelt



Infrastruktur

- v Stationsgebäude
- v Zapfstellen, Schächte, Kästen (Hydranten, Elektranen)
Abstand max. 80 m
- v Entnahmebauwerke
- v Kühlanlagen
- v Pumpanlagen
- v Kompressoranlagen
- v Schneigeräte

Technische Beschneigung und Umwelt, 15.11.2000

11



Beschneigung und Wirkungen auf die Umwelt



Betrieb (meist in der Dunkelheit)

- v Lärm (breites Verlärmungsband, bis zu 6x größer als beschneite Fläche)
- v Lichteinflüsse
- v Pistenbearbeitung aufwendiger
- v Gelände: möglichst planiert
- v Einschneien ab 15. Nov. (teilw. 1. Nov.)
- v Windverfrachtung/Schneebruch

Technische Beschneigung und Umwelt, 15.11.2000

12



Beschneieung und Wirkungen auf die Umwelt



Schneedecke

- v Verlängerung der durchschnittl. Schneebedeckung; Schneeschmelze 2 Wochen später als bei Naturschnee
- v Dichte des Schnees:
Neuschnee, porenreich, im Mittel 100 kg/m^3 mit Anstieg im Verlauf von 2-4 Wo auf $250\text{-}400 \text{ kg/m}^3$, mit Präparierung nach 3-4 Tagen
Technisch erzeugter Schnee, porenarm ($270\text{-}650 \text{ kg/m}^3$) sofort
- v Eisbildung bei zu hohem Anteil von freiem Wasser
- v Verknappung von O_2 , Anstieg von CO_2 führt zu Fäulnisgefahr
- v Landschaftsbild
- v Entwicklung flachgründig wurzelnder Vegetation
- v Mechan. Belastung in der Ausaperungsphase

Technische Beschneieung und Umwelt, 15.11.2000

13



Beschneieung und Wirkungen auf die Umwelt Perspektiven

- v Grundsätze zur Genehmigung von Beschneieungsanlagen (StMLU 1993) weiterhin von Bedeutung (keine Beschneie. von 13d-Flächen, Mooren, lückiger Vegetation, Schwerpunktgebieten von störepfindlichen Tierarten, Totalbeschneieung)
- v Eingriffe über 1 400 m üNN möglichst ganz vermeiden
- v Sorgsamer Umgang mit Trinkwasservorräten
- v grundsätzlich ökologische Bauaufsicht einsetzen
- v Beginn der Beschneieung nicht vor dem 15. Nov., Ende des Beschneieungszeitraumes max. Ende Februar
- v keine Zusätze, keine Auftaumittel
- v weitere Reduzierung der Lärmbelastung, des Energieverbrauchs
- v keine weitere Ausdehnung der Beschneieung infolge neuer Wintersportvarianten
- v **Berge "natürlich" lassen. Eigenart bewahren**

Technische Beschneieung und Umwelt, 15.11.2000

14

Beschneigungsanlagen im Alpenraum: Bestand - Auswirkungen - Tendenzen

Dr. Ulrike Pröbstl

Zusammenfassung

Die Verwendung von technisch hergestelltem Schnee auf Skipisten gehört seit mehr als 10 Jahren zu den wissenschaftlich kontrovers diskutierten Themen. Für die Medien und weite Teile der Öffentlichkeit ist die Beschneigung ein Symbol für eine Entwicklung des Fremdenverkehrs auf Kosten der Natur.

Ziel einer umfassenden Studie¹ war es daher, auf der Grundlage wissenschaftlicher Langzeitstudien im sozialwissenschaftlichen wie im ökologischen Bereich, aber auch durch eine kritische Analyse der bislang verstreut vorliegenden Literatur zu einer Versachlichung der Diskussion beizutragen.

Bei der Analyse der Entwicklung der Beschneigung im Alpenraum zeigte sich, daß vier wichtige Motive für die explosionsartige Ausbreitung verantwortlich waren und sind:

- die Sicherung der touristischen Auslastung,
- die Sicherung des Images von Austragungsorten internationaler Skiwettkämpfe,
- die Sicherung der Einkommen der Seilbahngesellschaften und
- die Sicherung der Rahmenbedingungen für Training und Ausübung des Spitzensportes

Die sozialemprirische Studie ergab, dass der einzelne Skifahrer noch immer überwiegend eine negative Einstellung zur Beschneigung besitzt, beschneite Abfahrten aber dennoch nutzt. Die Beschneigung erweist sich damit als ein charakteristisches Beispiel für einen krassen Widerspruch zwischen Einstellung und Verhalten. Die Verantwortung für die Entwicklung wird auf eine diffuse interinstitutionelle Allianz wie den Fremdenverkehr verlagert (vg. Abb.1). Es ergibt sich aus den Meinungsbildern auch die Aufgabe, Umweltinformation und Sicherheitsaspekte auf beschneiten Pisten bei der Planung stärker als bisher in den Mittelpunkt zu rücken.

Der Anteil der Skifahrer, die im Hinblick auf ausreichende Schneesverhältnisse in der Zukunft skeptisch sind, nimmt zu (Abb.2). Diese Skepsis kann auch zunehmend zur Akzeptanz von Beschneigungsanlagen beitragen.

¹ Pröbstl, U. 2000. Kunstschnee und Umwelt, Bestandteil der Habilitationsschrift, Veröffentlichung in Vorbereitung

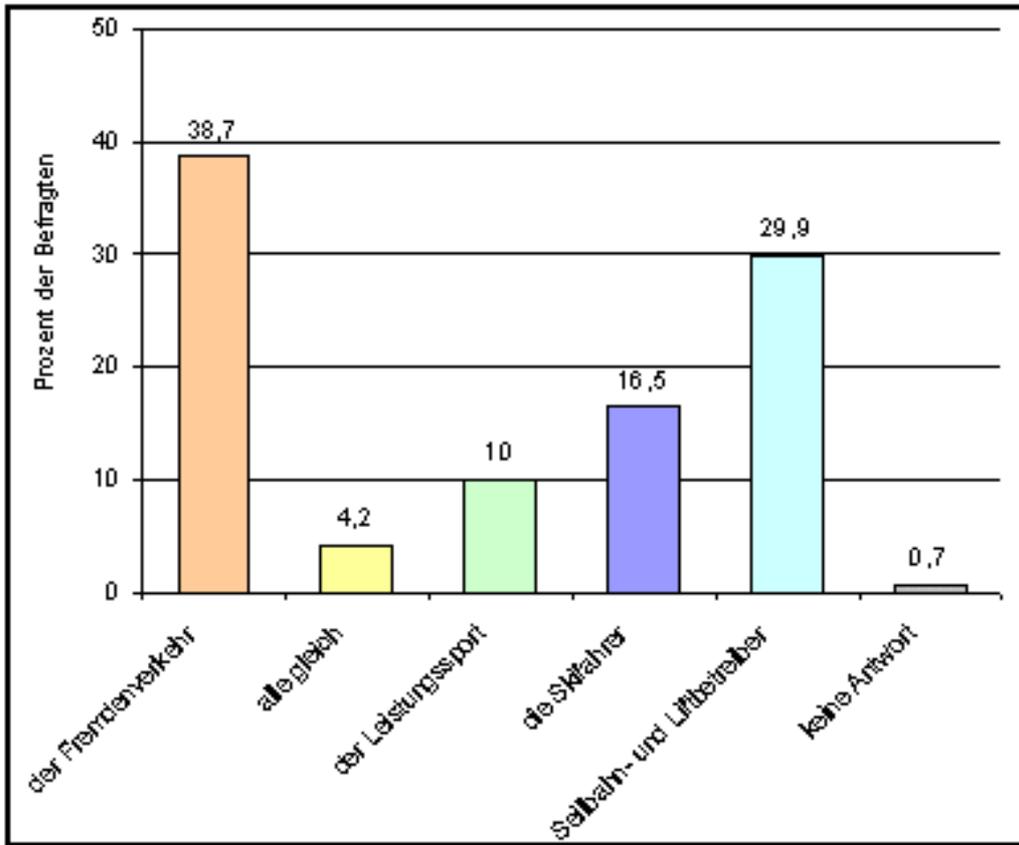


Abb. 1: Auf die Frage, wer hat am meisten zur Verbreitung künstlich beschneiter Pisten beigetragen, wird von den Befragten am häufigsten der Fremdenverkehr genannt. Der Leistungssport wird überraschender Weise kaum für die Entwicklung verantwortlich gemacht.

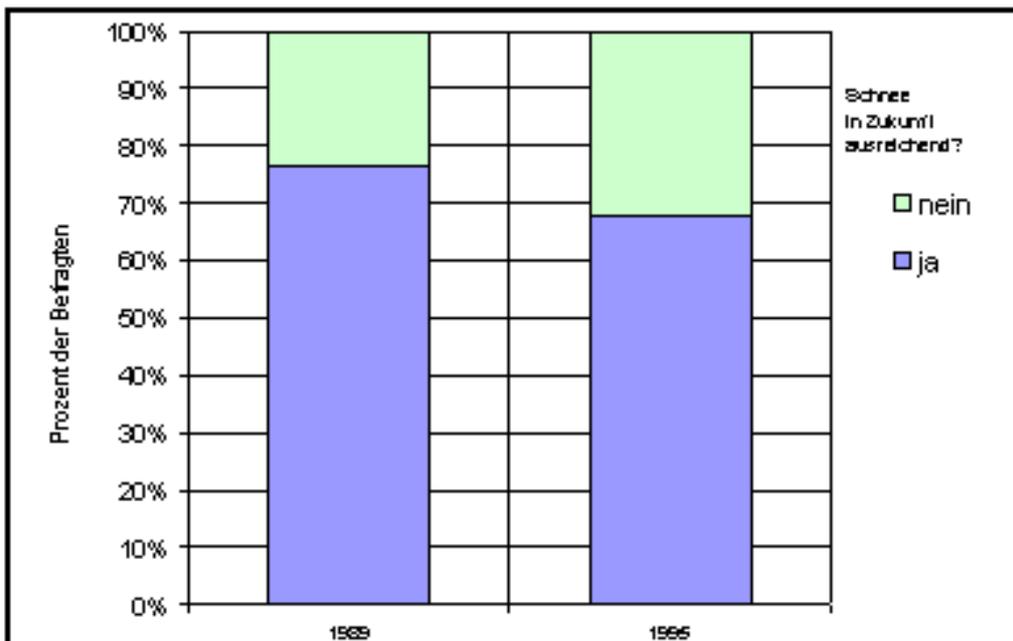


Abb. 2: Die Zahl der Skifahrer, die in Zukunft nicht mehr an ausreichende Schneeverhältnisse glaubt, hat seit 1989 zugenommen.

Bei den **Auswirkungen auf den Naturhaushalt und das Landschaftsbild** zeigte sich, dass die bislang weit verbreiteten Ansichten und Wirkprognosen ganz oder teilweise revidiert werden müssen. Ausschnitte aus den Ergebnissen einer wissenschaftlichen Untersuchung möglicher direkter und indirekter Wirkungen sind nachstehend dargelegt. Sie basieren auf der Auswertung wissenschaftlicher Studien und diverser Fallbeispiele aus Bayern, Baden-Württemberg und dem gesamten Alpenbogen und eigenen Forschungsreihen².

Der Schwerpunkt wird bei den hier ausgewählten Ergebnissen vor allem auf strittige Fragen, insbesondere im Bereich der betriebsbedingten Auswirkungen gelegt (bei anlage- und baubedingten Auswirkungen waren die Folgeeffekte aus vergleichbaren Projekten vielfach übertragbar und daher weniger umstritten).

Insgesamt sind die **positiven Auswirkungen auf Vegetation und Boden** weit geringer als erwartet. Nach der Auswertung verschiedener wissenschaftlicher Arbeiten aus dem Alpenraum und eigenen Ergebnissen dürfen positive Auswirkungen der Beschneigung – wie ein dauerhafter Schutz vor mechanischer Beschädigung oder Frosteinwirkung - nicht grundsätzlich unterstellt werden. Vielmehr muss im Einzelfall geprüft werden, ob und ggf. auf welchen Teilbereichen sich die Beschneigung positiv auf eine Reduzierung von mechanischen Schäden und Beeinträchtigungen durch Frosteinwirkungen auswirken könnte. Hierbei sind folgende Kriterien relevant:

- Relief
- Hangneigung
- Anzahl der Tage mit günstigen Wetterverhältnissen für die Beschneigung
- Höhenlage
- geplante Schneehöhe durch technische Beschneigung
- Grundbeschneigung (d.h. flächendeckende technische Beschneigung vor Saisonbeginn)

Als Richtgröße für eine Reduzierung der **Gefahr von Frostschädigungen** kann die in den Antragsunterlagen angestrebte Höhe des technischen Schnees herangezogen werden. Werden als Höhe der Grundbeschneigung 20 cm oder weniger angenommen und ergeben sich aus den vorliegenden Klimadaten (z.B. für die Talabfahrten) natürliche Schneehöhen ebenfalls in dieser Größenordnung für den überwiegenden Zeitraum (Zahl der Tage mit Schneedecke von 20 cm), dann dürfen Schutzeffekte durch den Kunstschnee nicht erwartet werden.

Auswirkungen einer **verlängerten Schneebedeckung** auf die Vegetation wurden bislang sowohl im Hinblick auf den Ertrag als auch auf die Artenzusammensetzung der Pflanzengemeinschaften vermutet. Hier zeigte sich, dass in Höhenlagen bis ca. 1600 m nicht von Ertragsverlusten durch die Beschneigung ausgegangen werden muss, sofern diese Flächen schon zuvor als Piste genutzt wurden. Die Ergebnisse bestätigen jedoch die bekannten Ertragsunterschiede zwischen Pistenflächen und skisportlich ungenutzten Referenzflächen.

Im Hinblick auf die Artenzusammensetzung der Pflanzengemeinschaften ist in niedrigen und mittleren Höhenlagen nicht von einer generellen Artenverschiebung auszugehen, da die einzelnen Arten sehr unterschiedlich reagieren und die meisten Arten in der Lage sind, einen möglichen Entwicklungsrückstand wieder aufzuholen. Pauschale Einschätzungen, wie z.B. eine besondere Betroffenheit aller frühblühenden Arten sind nicht sachgerecht und durch Forschungsergebnisse auch nicht zu belegen. Als Einflussfaktoren für die Entwicklung der einzelnen Arten können zusammenfassend folgende Kriterien gelten:

² in Zusammenarbeit mit der TU München und gefördert durch den Umweltbeirat des Deutschen Skiverbandes, Planegg

- Artspezifische Eigenschaften (z.B. Zeitpunkt der Blüte, Reaktion auf Wärme, kurze oder lange Blütezeit)
- die Höhenlage und damit verbunden die Länge der Vegetationszeit
- die Mächtigkeit der technischen Beschneigung (insgesamt sowie topographisch und reliefbedingte Unterschiede)
- der Ausaperungsprozess
- die reliefbedingten Standortunterschiede und die Exposition
- die Erwärmung der oberen Bodenschichten sowie
- die Nutzung (z.B. Mahd oder Beweidung).

Lässt man Zeitpunkt, Art und Umfang der landwirtschaftlichen Nutzung außer Betracht, dann wäre nach den bisherigen Forschungsarbeiten über die Auswirkungen der Beschneigung eine generative Vermehrung aller differenziert betrachteten Pflanzenarten immer möglich gewesen. Kritisch kann eine Beschneigung dann sein, wenn die Vegetationszeit tatsächlich verkürzt würde und sich daher einzelne autochthone Arten nicht mehr wie bisher reproduzieren könnten. Dies war in keiner bislang veröffentlichten wissenschaftlichen Studie gegeben, wäre jedoch bei Beschneigung in Hochlagen denkbar. Zu beachten ist weiterhin, dass messbare Vegetationsveränderungen – wie eine spezielle vegetationskundliche Studie auf der Kandahar-Abfahrt in Garmisch-Partenkirchen anschaulich dokumentiert – vielerorts häufig mehr den Renaturierungsprozess nach durchgeführten Standortveränderungen (Planie) abbilden als die Beschneigung. Dies zeigt sich nicht nur in den Artenzahlen, sondern auch bei der detaillierten Überprüfung der Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften und bei der Analyse einzelner seltener Arten.

Als Folge der **zusätzlich aufgebrauchten Wassermenge** können Erosionserscheinungen, insbesondere Abschwemmen von Feinerde, und langfristige Standortveränderungen (z.B. Vernässung) für die Pflanzengemeinschaften ausgelöst werden. Im Extrem wurde auch die Gefahr von großen Rutschungen befürchtet. In der Regel bestehen diese Gefahren aber nur, wenn eine Reihe ungünstiger Rahmenbedingungen zusammentreffen (z.B. Regenfälle, starke Erwärmung und Schneeschmelze). Die zusätzliche Wassermenge kann zudem danach nur dann ein Problem darstellen, wenn die Standortverhältnisse auf der Piste bereits Störungen oder eine hohe natürliche Labilität aufweisen.

Von einer Veränderung der Pflanzengemeinschaften auf trockenen, mageren Standorten muss nicht ausgegangen werden, wenn sich an den Verhältnissen im Sommer mit Trockenstress nichts ändert. Eine Artenverschiebung auf intensiv landwirtschaftlich genutzten Standorten (Weide oder Wirtschaftsgrünland) konnte in vielen übereinstimmenden Studien bislang in tiefen bis mittleren Lagen ebenfalls nicht festgestellt werden. In Hochlagen (über 2000 m) können diese allerdings nicht ausgeschlossen werden

Wenn das für die Beschneigung verwendete Wasser mit Nährstoffen belastet ist, kann sich dies auf Boden und Vegetation auswirken. Hier ist – in Abhängigkeit von den Inhaltsstoffen – jeder Einzelfall gesondert zu prüfen (vgl. Tab. 1).

Verschiedene Forschungsarbeiten belegen, dass auf Kunstschnepisten die Gefahr von Pflanzenschädigungen durch die höhere Schneedichte und die **Tendenz zur Vereisung** deutlich höher liegt als auf herkömmlich präparierten Pisten. Hier spielt vor allem die Präparation im Spätwinter eine entscheidende Rolle.

Die Auswirkungen der Beschneigung auf das Schutzgut Wasser können in vielfältiger Weise erfolgen. Im Mittelpunkt der Diskussion stehen die potentiellen Wirkungen, die durch

- die zusätzlich aufgebrauchte Wassermenge
- den Stoffeintrag durch das Beschneigungswasser und durch
- die Wasserentnahme und der damit verbundenen Störung von Gewässerlebensräumen oder Biotopen entstehen können.

Hier ist durch die unterschiedlichen Formen der Wasserentnahme jeder Einzelfall zu überprüfen. Zu beachten ist jedoch immer, dass auch bei guter Wasserqualität und ökologischer Unbedenklichkeit die Einträge bei einzelnen Inhaltsstoffen beachtlich sein können. Dies zeigt beispielhaft die nachstehende Tabelle.

Tab. 1: Inhaltsstoffe des Beschneigungswassers aus der Höllentalquelle bei Garmisch-Partenkirchen. Durch die Hochrechnung der Inhaltsstoffe entsprechend der Schneehöhe und die Gegenüberstellung mit den Vorgaben aus der landwirtschaftlichen Erhaltungsdüngung lassen sich mögliche Effekte für die Schutzgüter Wasser, Boden und Vegetation ableiten.

Inhaltsstoffe des Wassers	Menge in mg/l	Auftrag bei max. 60 cm Schneehöhe pro Saison in kg/ha, 1m ³ =2,3 m ³ Schnee	Vergleich zu landwirtschaftlicher Erhaltungsdüngung bei Weidenutzung im Voralpenraum, kg/ha (mittlere Verhältnisse)
Calcium (Ca)	26,8	69,68	70-150
Magnesium (Mg)	5,3	13,78	30-60 MgO, d.h. 20-40 Mg
Natrium (Na)	4,95	12,87	
Kalium (K)	kleiner 0,1	-	170-260 K ₂ O, d.h. 140-215 K
Eisen (Fe)	0,1	0,26	
Mangan (Mn)	0,015	0,039	20-50 Mn
Ammonium (NH ₄)	kleiner 0,001	-	} 30-70 N
Nitrit (NO ₂)	0,0002	0,00052, d.h. N= 0,00026	
Nitrat (NO ₃)	2,3	5,98, d.h. N= 4,056	
Chlorid (Cl)	0,2	0,52	
Sulfat (SO ₄)	2,5	6,5	8-20 CuSO ₄ , d.h. 3-8 Cu
Monophosphat (als PO ₄)	0,025	0,065, d.h. P= 0,026	50-150 P ₂ O ₅ , d.h. 25-65 P
Kieselsäure (als SiO ₂)	0,9	2,34, d.h. Si= 1,092	
Härtebereich pH-Wert bei 12,7° C	1 8,05		

Es ist daher eine Einzelfallprüfung mit Analyse der Gewässerproben unabdingbar. Allerdings ist bei der Probenahme darauf zu achten, dass diese auch in dem Zeitraum entnommen werden, in dem später die Beschneigung erfolgt, da die Stofffracht, insbesondere bei Gewässern mit angrenzender landwirtschaftlicher Nutzung, sehr unterschiedlich sein kann.

Die Wasserentnahme ist aus unterschiedlichen Ressourcen möglich. Bei der Beurteilung müssen indirekte Auswirkungen und Wechselwirkungen beachtet werden. Dazu zählen insbesondere

die ökologischen Wechselwirkungen im Gewässer selbst und in dessen Umfeld. Zu prüfen ist die potentielle Eignung eines neuen Gewässers (z.B. Speichersee) als Lebensraum und dessen Folgewirkung für die Fauna der Umgebung;

die Nutzung für die Fischerei,

die wirtschaftliche Nutzung (z.B. für die Energiegewinnung),

die Bedeutung im Rahmen der Trinkwassergewinnung (z.B. Wechselwirkungen mit anderen Quellen oder Brunnen) bzw. die Folgen für die Trinkwassergewinnung,

die Nutzung als Vorflut für Abwässer und

die Nutzung für die Erholung und potentielle Auswirkungen auf das Landschaftsbild.

Die Wasserentnahme ist in Verbindung mit anderen Nutzungen und bestehenden Wasserrechten (Summenwirkung) zu prüfen. Bei der Abschätzung von Folgewirkungen ist die Entnahmemenge bei Betrieb aller Kanonen unter optimalen klimatischen Voraussetzungen (maximale Werte) anzusetzen.

Trotz der breit angelegten Recherche wissenschaftlicher Arbeiten insbesondere zum Thema „Störung“, bestehen weiterhin erhebliche Forschungsdefizite zu den **Auswirkungen der Beschneigung auf die Fauna**. Dies gilt nicht nur für die direkten Wirkungen, sondern zudem für mögliche Folgeeffekte z.B. innerhalb der Nahrungskette bzw. des Nahrungsnetzes.

Zu beachten ist auch, dass dann, wenn das Tier die Wirkung eines Störreizes nicht kompensieren kann (z.B. durch Flucht, kurzfristige Erhöhung der Herzschlagfrequenz), eine nachteilige Wirkung auf Kondition und Reproduktion möglich ist, was wiederum auch Folgeeffekte für die Population und die Biozönose besitzen kann (vgl. Abb. 3).

Aussagen und Wirkprognosen sind trotz möglicher Unsicherheiten besonders wichtig, da die Berücksichtigung der Fauna bzw. ausgewählter Arten eine enorme Auswirkung auf die Abgrenzung des Untersuchungsraumes besitzt, eine Reihe seltener Arten potentiell betroffen ist und faunistische Aspekte bislang in der Praxis oft nur eingeschränkt berücksichtigt wurden.

Bei der Fauna werden betriebsbedingte Folgeeffekte erwartet durch

- die zusätzliche Wassermenge
- den Stoffeintrag durch das Beschneigungswasser
- die Verlängerung der Schneebedeckung
- die erhöhte Schneedichte und verstärkte Neigung zur Vereisung
- Störreize durch Lärm und Licht bei nächtlicher Beschneigung, Betreuung und Präparation bei Nacht und in der Dämmerung sowie
- die Wasserentnahme aus Fließ- oder Stillgewässern.

Darüber hinaus sind bau- und anlagebedingte Wirkungen durch technische Einrichtungen und die Erstellung der Anlage möglich. Aus den möglichen Folgeeffekten kann hier nur auf einzelne Aspekte hingewiesen werden.

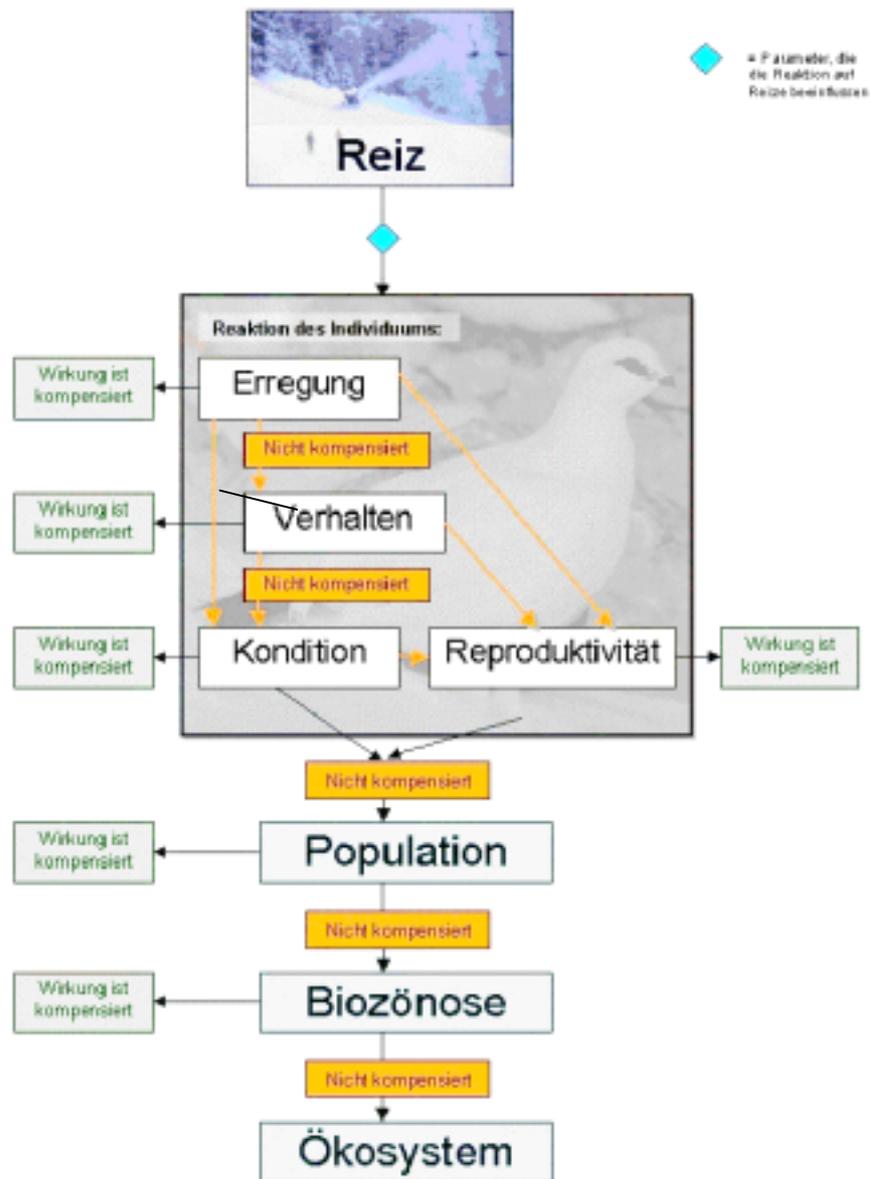


Abb. 3: Störreize können bei Wildtieren dann, wenn sie nicht kompensiert werden, auch Folgewirkungen auf die Population, die Biozönose und das Ökosystem besitzen. Dies gilt z.B. dann, wenn durch Störungen das Gelege verlassen wird und die gesamte Population damit geschwächt wird.

Als geeignete Indikatorarten für Standort- und Vegetationsveränderungen gelten Avifauna, Insekten und in besonderem Maße Bodenarthropoden.

Forschungsergebnisse aus Südtirol und dem Bayerischen Alpenraum legen ungünstige Folgeeffekte bei einer deutlichen Verlängerung der Schneebedeckung für Boden- und Aufwuchsarthropoden (ausführliche Darstellung siehe PRÖBSTL 2000) nahe. Dies gilt insbesondere dann, wenn durch die Beschneigung die ohnehin kurze physiologisch aktive Zeit von Bodenarthropoden verkürzt wird.

Zu den Folgeeffekten der **Störungen durch Lärm, Licht und einer Beunruhigung** durch die Betreuung der Anlage können

- Blendwirkungen bei flächiger Ausleuchtung der Piste,
- eine Störung der Wildwanderung (Zerschneidung von Lebensräumen),
- Energieverluste bei der Flucht,
- Störungen bei der nächtlichen Beutejagd,
- leichtere Auffindbarkeit für Prädatoren,
- Vertreibung aus optimalen Einstands- bzw. Ruhegebieten mit möglichen Folgewirkungen auf den physiologischen Zustand und den Schutz vor Feinden,
- physiologische Beeinträchtigungen durch Stress bzw. Unterbrechung nächtlicher Ruhephasen oder der Nahrungsaufnahme gehören.

Daraus kann eine neue Raumnutzung resultieren, die im ungünstigsten Fall zu einer Habitatfragmentierung führt. Zu den potentiellen Folgen zählen neben der Verkleinerung des ursprünglichen Lebensraums

- eine Begrenzung der Ausbreitungsfähigkeit der Tiere,
- eine Reduktion der Möglichkeiten zur Nahrungssuche,
- ein Einfluss auf das Territorialverhalten und die Reproduktion,
- im Extremfall sogar Isolationseffekte mit genetischen Veränderungen (Inzuchtdepression, genetische Drift).

Neben den Auswirkungen auf die räumliche und zeitliche Verteilung und die Habitatwahl sowie den Auswirkungen auf das Aktivitäts- und Energiebudget sind vor allem mögliche Auswirkungen auf die Reproduktion zu prüfen. Dabei stehen folgende Fragen im Mittelpunkt:

Werden für die Reproduktion wichtige Landschaftsteile beeinträchtigt?

Werden für die Reproduktion wichtige Verhaltensmuster gestört?

Sinken dadurch Reproduktionsraten oder Populationsdichten?

Werden dadurch zönotische Schlüsselarten behindert?

Diese allgemeinen Hinweise sind bezogen auf einzelne Artengruppen zu spezifizieren, wobei sich sogar innerhalb einer Artengruppe deutliche Unterschiede zeigen können.

Die potentielle Wirkraum ist beim Schutzgut Fauna meist wesentlich größer als die beeinflussten Bereiche des Schutzgutes Vegetation. Je nach System entstehen ausgehend von den Schneekanonen und in Abhängigkeit von der angrenzenden Vegetation Verlärmungsradien von ca. 160 m (HKD-Anlage) bzw. ca. 120 m (Niederdruckanlage). Dies bedeutet, dass bei nur 10 ha beschneiter Fläche rund 60 ha durch Verlärmung betroffen sein können. Dies hat Konsequenzen für die Abgrenzung des Wirkraumes.

Diverse Untersuchungen und eigene Erhebungen weisen darauf hin, dass bezogen auf Kleinvögel durch die technische Beschneigung nicht mit Störungen und Beeinträchtigungen zu rechnen ist. Die Zeit der technischen Beschneigung reicht nicht in die Reproduktionszeiträume hinein und bei den tagaktiven Arten ist von einer Gewöhnung an den Skibetrieb und die Lärmbelastung durch die Beschneigung auszugehen. Dies gilt ebenfalls für seltenere tagaktive

Arten wie den Dreizehenspecht. Anders verhält es sich bei den winteraktiven Großvögeln (Auerhuhn, Birkhuhn, Haselhuhn, vgl. dazu auch Beitrag von ZEITLER in diesem Band). Eine gesonderte Betrachtung erfordern auch Eulen und Käuze, die durch ihre dämmerungs- und nachtaktive Lebensweise und ihr besonders empfindliches Gehör durch eine Beschneigung erheblich gestört werden können. Einen weiteren Störungsreiz stellt für die nächtlichen Jäger auch eine flächige Ausleuchtung der zu beschneidenden Flächen und Blendeffekte dar. Darüber hinaus kann, wie bei den Raufußhühnern, die Beschneigung die Rufaktivität bei der teilweise bereits im Spätwinter beginnenden Balz beeinträchtigen. Die Beschneigung kann daher einen Einfluss auf die Reproduktion, die Habitatwahl, die Aktivität und das Energiebudget besitzen.

Beim **Schalenwild** sind ebenfalls die Arealansprüche und die Wintereinstandsgebiete differenziert zu betrachten, um weitere mögliche Arealzersplitterungen zu vermeiden bzw. deutlich zu machen. Dies gilt aufgrund der bereits bestehenden Lebensraumveränderungen besonders für das Rotwild.

Wenig Beachtung gefunden haben bislang auch mögliche Beeinträchtigungen durch **Herstellen eines Stillgewässers** und die Folgen einer Wasserentnahme für die Beschneigung. Bei der Wasserentnahme aus Fließgewässern sind indirekte Effekte und Wechselwirkungen auf die Tierwelt möglich. Wird durch die Beschneigung die Wassermenge deutlich reduziert, dann verschlechtern sich die Jagdbedingungen beispielsweise für die Wasseramsel, die auch im Winter im Berggebiet ausharrt und sich von Kleintieren im Wasser ernährt. Die Gefahr von gefrorenen Teilflächen erhöht sich und kann das zur Verfügung stehende Nahrungsangebot weiter einschränken.

Amphibien und Libellen eignen sich als Indikatorenarten für die entstehenden oder veränderten stehenden Gewässerökosysteme und sollten in die Untersuchungen und Wirkprognosen einzelner Vorhaben unbedingt miteinbezogen werden. Beim Fließgewässer lassen sich über den Umfang der Wasserentnahme und über potentielle Veränderungen der Sohlgeschwindigkeit Rückschlüsse auf eine mögliche Betroffenheit weiterer Arten der Gewässerfauna ziehen.

Sowohl anlage- als auch betriebsbedingte **Auswirkungen auf das Kleinklima** spielen bei der Beschneigung eine eher untergeordnete Rolle. Im Rahmen der Planung sind vor allem in folgenden Fällen Auswirkungen auf das Kleinklima zu prüfen:

- bei großen Speicherteichen
- bei Gebäuden quer zum Kaltluftabfluss
- bei windexponierten Lagen
- bei deutlich verlängerter Schneebedeckung (Saisonverlängerung).

Im Zusammenhang mit den **Auswirkungen auf das Landschaftsbild** wird meist das als störend empfundene „weiße Band“, in einer schneefreien Landschaft genannt. Damit dieser Effekt eintritt, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein:

Es liegt kein natürlicher Schnee bzw. es sind keine Schneereste mehr vorhanden. Dies trifft besonders im Frühjahr zu.

Die beschneite Piste wird nicht durch Gehölze oder Wälder optisch abgedeckt.

Die Beschneigung erfolgt in tieferen Lagen (z.B. Talabfahrt), wodurch die Entwicklung der Umgebung deutlich von der auf der beschneiten Piste abweicht.

Neben dem „weißen Band,, kann das Landschaftsbild auch durch die für die Beschneigung erforderlichen baulichen Einrichtungen (Kühltürme, Anschlussstellen, Aufbewahrungsräume bzw. Hütten für Schneekanonen, Schläuche usw.) oder auch einen großen Speicherteich beeinträchtigt bzw. nachhaltig verändert werden.

Allerdings sind in jedem Einzelfall

der Grad der optischen Vorbelastung,
die Art der Gestaltung von Bauwerken und Infrastruktureinrichtungen,
die gewählte Beschneigungstechnik (Hoch- oder Niederdruck bzw. Lanzentechnik) sowie
die grünordnerische Einbindung durch Relief oder Gehölze

zu überprüfen.

Im Einzelfall stellt sich auch die Frage, ob nicht z.B. durch die Speicherteiche neue attraktivitätssteigernde Elemente in der Landschaft entstehen könnten, da das Element Wasser eine hohe Bedeutung für das Landschaftsbild besitzt. Zu beachten ist hierbei die landschaftliche Eigenart und der vielfach künstliche Charakter, die einer positiven Bewertung entgegenstehen.

Insgesamt zeigt dieser Überblick über den Stand der aktuellen Forschung in diesem Bereich, dass ein Teil der Wirkprognosen, die vor rund 10 Jahren formuliert wurden überholt sind. Gleichzeitig sind – insbesondere bei der Tierwelt und auch beim Schutzgut Wasser – noch erhebliche Forschungsdefizite festzustellen. Die Zusammenstellung belegt weiterhin welche Bedeutung eine Fachplanung in Form einer Umweltverträglichkeitsprüfung oder landschaftspflegerischen Begleitplanung zu kommt, die wesentlich zur Vermeidung gravierender Eingriffe und ihrer Kompensation beitragen kann. Die vorgestellten Ergebnisse unterstreichen aber auch die Rolle eines gezielten Monitorings und einer differenzierten Auswertung der hierdurch gewonnenen Daten. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die in vielen Gebieten anstehende Verlängerung der befristeten Genehmigung.

Literatur

Pröbstl, U. 2000, Kunstschnee und Umwelt - Auswirkungen der technischen Beschneigung, Veröffentlichung in Vorbereitung, in: Series Club of Cologne, Köln ca. 230 S.

Rechtliche Aspekte der Genehmigung von Beschneigungsanlagen

Matthias Roder, StMLU

Vorbemerkung

In der öffentlichen Diskussion über die ökologischen Auswirkungen von Beschneigungsanlagen nehmen die rechtlichen Aspekte eine eher untergeordnete Rolle ein. Auch in der Rechtsprechung finden sich mit Ausnahme eines Urteils des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs aus dem Jahre 1992 (BayVBl 1993, 688) keine nennenswerten Entscheidungen zu Beschneigungsanlagen. Gleichwohl ist die Bedeutung des rechtlichen Rahmens für einen umweltverträglichen Einsatz von Beschneigungsanlagen nicht zu unterschätzen, da dieser den verbindlichen Maßstab für die Zulassung einer Beschneigungsanlage und die daran geknüpften Auflagen und Bedingungen setzt.

1. Die Schaffung eines eigenständigen Genehmigungstatbestandes

Durch Gesetz vom 26.03.92 wurde im Bayerischen Wassergesetz (BayWG) im neugeschaffenen Artikel 59a BayWG die Genehmigungspflicht für die Errichtung und den Betrieb von Beschneigungsanlagen eingeführt und geregelt. Die Einführung eines eigenständigen Genehmigungstatbestandes war notwendig, da bis dahin die Auswirkungen des Betriebs von Beschneigungsanlagen nicht unmittelbar Gegenstand einer behördlichen Vorkontrolle waren. Bis zum Inkrafttreten von Art. 59a BayWG waren nur die Errichtung der Beschneigungsanlagen nach Baurecht und ggf. nach Naturschutzrecht (bei Eingriffen oder entgegenstehenden Bestimmungen in Schutzgebietsverordnungen) und die wasserrechtlichen Tatbestände (Wasserentnahme, Gewässerausbau) zulassungsbedürftig.

Nicht unumstritten war allerdings die Frage, in welchem Rechtsbereich die Genehmigungspflicht verankert werden sollte. Auf den ersten Blick erscheint die heutige Zuordnung zum Wasserrecht überzeugend, da die Schneeszeugung ohne Wasser nicht denkbar ist. Allerdings knüpft das Wasserrecht in seiner Systematik nicht an jedweden Umgang mit Wasser an, sondern kommt grundsätzlich nur bei bestimmten Handlungsformen, die mit Auswirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, zur Anwendung. Da der Betrieb einer Beschneigungsanlage nicht notwendig mit einer Gewässerbenutzung i.S. von § 3 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) oder einem Gewässerausbau nach § 31 WHG verbunden ist, hätte die Genehmigungspflicht ebenso gut in anderen Rechtsbereichen wie beispielsweise dem Naturschutzrecht oder dem Bayerischen Eisen- und Bergbahngesetz verankert werden können.

Seit Inkrafttreten des Verwaltungsreformgesetzes zum 01.10.1997 besteht die Genehmigungspflicht jedoch nicht mehr unbeschränkt. Durch die in Art. 83 Abs. 2 BayWG aufgenommene Verweisung auf Art. 74 Abs. 7 Bayerisches Verwaltungsverfahrensgesetz (BayVwVfG) wurde die Möglichkeit geschaffen, bei Fällen von unwesentlicher Bedeutung auf eine Genehmigung zu verzichten.

Durch Gesetz vom 27.12.1999 wurde Art. 59a BayWG in Umsetzung der Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft über die Umweltverträglichkeitsprüfung 97/11/EG geändert und die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) in bestimmten Fällen (s.u.) vorgeschrieben.

2. Gegenstand der Genehmigung nach Art. 59a BayWG

Gegenstand der Genehmigung nach Art. 59a BayWG ist die Errichtung und der Betrieb der Beschneigungsanlage. Der Genehmigung nach Art. 59a BayWG kommt grundsätzlich keine Ersetzungswirkung zu, so dass durch sie die Notwendigkeit anderer behördlicher Zulassungen nicht entfällt. Dies bedeutet, dass für eine Wasserentnahme (Gewässerbenutzung nach § 3 Abs. 1 WHG) oder die Errichtung eines Speicherteichs (Gewässerausbau gemäß § 31 WHG) die Erteilung einer gesonderten wasserrechtlichen Erlaubnis bzw. Planfeststellung oder Plan-genehmigung erforderlich bleibt, auch wenn diese regelmäßig in einem Verfahren zusam-mengefasst werden. Allerdings bedarf die Errichtung der Beschneigungsanlage auf Grund der Änderung der Bayerischen Bauordnung (BayBO) nach Art. 87 Abs. 1 Nr. 6 BayBO keiner Baugenehmigung mehr. Auch naturschutzrechtliche Befreiungen werden auf Grund der all-gemeinen Subsidiarität der Entscheidungen nach Naturschutzrecht gemäß Art. 49 Abs.3 Satz 2 BayNatSchG durch die Genehmigung nach Art. 59a BayWG ersetzt.

3. Das Genehmigungsverfahren

Das Verfahren zur Genehmigung von Beschneigungsanlagen unterliegt gemäß Art. 83 Abs. 2 BayWG im wesentlichen den für das Planfeststellungsverfahren geltenden Bestimmungen. Damit war auch schon vor Einführung der UVP gemäß Art. 83 Abs. 2 BayWG ein Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung (Ausnahmemöglichkeit nach Art. 83 Abs. 2 Nr. 1 BayWG i.V. mit Art. 74 Abs. 6 BayVwVfG) notwendig, wenn eine Beschneigungsanlage genehmigt wurde.

4. Genehmigungsvoraussetzungen - Wohl der Allgemeinheit

Auf die Erteilung der Genehmigung besteht - was für das Wasserrecht auf Grund des sonst geltenden Bewirtschaftungsermessens eher untypisch ist - ein Rechtsanspruch, wenn keine Gründe des Wohls der Allgemeinheit gemäß Art. 59a Abs. 3 i.V. mit Art. 59 Abs. 4 Satz 2 BayWG entgegenstehen.

Die Genehmigungsbehörde (Kreisverwaltungsbehörde) hat die in der Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) vom 18.10.1993 (AllMBl. 22/1993) niedergelegten Genehmigungsgrundsätze zu beachten. Die Genehmigungsgrundsätze enthalten vor allem Auflagen, mit denen die Erteilung der Geneh-migung zum Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen verbunden werden soll. Diese betreffen z.B. Vorgaben an die maximale Außentemperatur beim Betrieb der Schneerzeuger, zeitliche Beschränkungen zum Schutz von Mensch und Tier vor Lärmbeeinträchtigungen und Schutz- und Rekultivierungsmaßnahmen bei den Bauarbeiten.

Allerdings führt eine Nichtbeachtung einzelner darin enthaltener Anforderungen nicht auto-matisch zur Rechtswidrigkeit der Genehmigung, solange nicht das Wohl der Allgemeinheit der Genehmigung entgegensteht.

Unter dem Oberbegriff des Wohls der Allgemeinheit sind auch alle sonstigen Rechtsvor-schriften und öffentlichen Belange zu prüfen und abzuwägen, die durch das Vorhaben berührt sein können. Zu nennen sind hier vor allem die Vorschriften des Naturschutzrechts, Baupla-nungsrechts und Immissionsschutzrechts, die beispielsweise die Erstellung eines landschafts-pflegerischen Begleitplans oder Auflagen zum Lärmschutz entsprechend den Werten der

18. BImSchV zur Folge haben können. Auch die möglichen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und insbesondere Veränderungen des Wasserabflusses (§ 1a WHG) sind bei der Erteilung einer Genehmigung für eine Beschneiungsanlage zu berücksichtigen.

Keiner Abwägung zugänglich ist das in Art. 59a Abs. 3 Satz 3 BayWG enthaltene Gebot, nur Wasser ohne Zusätze zu verwenden. Aus diesem Grund ist der Einsatz von Systemen wie „SNOMAX“, bei dem dem Wasser abgetötete Bakterien zur Kristallisation zugesetzt werden, in Bayern im Gegensatz zu anderen Staaten wie beispielsweise der Schweiz verboten.

Der Energiebedarf einer Beschneiungsanlagen dagegen ist nicht Gegenstand der behördlichen Prüfung. Auch wenn in der Agenda 21 das Ziel einer ressourcen- und klimaschonenden Erzeugung und Verwendung von Energie genannt ist, lassen sich daraus keine rechtlich zwingenden Vorgaben und Versagungsgründe ableiten.

5. Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Mit Gesetz vom 27.12.1999 wurde in Art. 59a BayWG die Verpflichtung zur Durchführung einer UVP eingeführt. Beschneiungsanlagen mit einer beschneibaren Fläche von mehr als 15 ha, in Schutzgebieten von mehr als 7,5 ha bedürfen nunmehr einer UVP. Unabhängig von der Größe der Beschneiungsanlage ist eine UVP auch dann notwendig, wenn sich die Anlage ganz oder zu wesentlichen Teilen über 1.800 m üNN befindet. Durch die Verpflichtung zur Durchführung einer UVP werden keine neuen materiellen Anforderungen geschaffen. Auch in verfahrensrechtlicher Hinsicht bringt die UVP nichts Neues, da die Genehmigung von Beschneiungsanlagen auch schon zuvor ein Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung erforderte. Mit den in Art. 59a Abs. 4 BayWG geschaffenen Kriterien, die nicht ausschließlich auf die Größe der Anlagen abstellen, wurde versucht, der Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs (insbesondere Rechtssache C-392/96 Europ. Kommission/Irland) Rechnung zu tragen.

Die in Art. 59a Abs. 4 BayWG geregelten Schwellenwerte von 15 ha und 7,5 ha für die UVP-Pflicht stehen allerdings in einem gewissen Konflikt mit den allgemeinen Anforderungen der Bekanntmachung des StMLU vom 18.10.1993, wonach *„die Errichtung und der Betrieb von Beschneiungsanlagen nicht die großflächige Erschließung von Skiabfahrten bezwecken darf“*.

6. Rechtsschutz

Soll die Erteilung einer Genehmigung nach Art. 59a BayWG für die Errichtung und den Betrieb einer Beschneiungsanlage angefochten werden, ist Klage zu erheben. Ein Widerspruchsverfahren ist nicht durchzuführen (Art. 83 Abs. 2 i.V. mit Abs. 1 BayWG, Art. 74 Abs. 1, 70 BayVwVfG). Wird in einem Bescheid die Genehmigung nach Art. 59a BayWG mit anderen wasserrechtlichen Gestattungen (z.B. einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach Art. 17 BayWG) zusammengefasst, so kann eine Differenzierung nach den jeweils statthaften Rechtsmitteln in der Rechtsbehelfsbelehrung notwendig sein.

„Künstliches oder besser technisches Beschneien,, - Möglichkeiten und Grenzen

Augustin Kröll, Fellhornbahn GmbH

1. Einführung
2. Ziele der Beschneiung
3. Verbreitung von Schneeanlagen
4. Wie funktioniert die technische Schnee-Erzeugung?
5. Welche Systeme gibt es? Vorteile / Nachteile
6. Was gehört zu einer Schneeanlage / Ausrüstung?
7. Grenzen der Erschließung
8. Wie wirtschaftlich ist Beschneiung?
9. Gesetzliche Vorschriften und Auflagen
10. Ökologie - Auswirkungen / Einflüsse

1. Einführung

Die in den USA seit vier Jahrzehnten verbreitete Schnee-Erzeugung hat ab 1978 auch in Europa weite Anwendung gefunden. Viele Skigebiete im Alpenraum und in Skandinavien setzen die Beschneiung zur Pistenverbesserung ein.

Schnee auf den Pisten ist die Voraussetzung für den wirtschaftlichen Erfolg des Wintertourismus. Im letzten Jahrzehnt gab es mehrer Winter, wo das Warten auf den Schnee besonders bitter war. Aber auch nach guten Schneefällen bleibt der Schneemangel durch starke Benutzersfrequenz, Wind, Sonne und Warmwettereinbruch das Sorgenkind Nummer 1. Hier hilft oft nur die technische Beschneiung mit einer Schneeanlage.

Über's Schneemachen wird viel geschrieben. Fast täglich steht in einer Zeitung ein Artikel über die Beschneiung, häufig mit wenig Informationen, aber viel Polemik. Die Kampagnen einiger Medien gegen Schneeanlagen haben in den letzten Wintern leider immer wieder Höhepunkte erreicht: Die Wiedergabe allein der Schlagzeilen und vieler „Statements,, selbsternannter Experten zu diesem Thema wäre abendfüllend. Wenn die Auswirkung auf die öffentliche Meinung nicht so traurig wäre, könnte man viele Medieninformationen zur Beschneiung fast kabarettreif bezeichnen, als Gruselkabinett „Tatort Alpen,,.

Deshalb ist es äußerst wichtig, das Thema Beschneiung in seiner Bedeutung für die Region zu diskutieren. Die Schneeanlage bei der Fellhornbahn ist nicht die erste und nicht die größte in Deutschland. Die Großanlagen Kandahar in Garmisch-Partenkirchen, Arber im Bayerischen Wald und in Ofterschwang sind in ähnlicher Größe. Außerdem wird / wurde noch eine relativ große Anlage in der Gegend von Berchtesgaden von der US-Armee und, verteilt in Deutschland, ca. 50 weitere kleinere Anlagen betrieben.

2. Zielsetzung der Beschneigung

Die allgemeine Zielsetzung der Beschneigung ist:

- Sicherung des Saisonbeginns auf einem vernünftigen Angebot von Pisten in möglichst vielen Skigebieten und Sicherung des Skilaufs in der Wintersaison (Weihnachten bis Ostern);
- Sicherung der Befahrbarkeit talnaher Pisten während der Saison;
- Vermeidung einzelner Schwachstellen, Kuppen, Kanten, Sonnenhänge und Einstiegsstellen bei sonst gut bedeckten Pisten;
- Schutz der Skifahrer vor Stürzen infolge aperer Bereiche;
- Sicherung internationaler Skiveranstaltungen (z. B. Garmisch, Ofterschwang);
- Sicherung von Trainingsmöglichkeiten für den Leistungssport;
- Sicherung des Angebots für Kinder und Anfänger sowie Familien in Talnähe (z. B. Fischen);
- Schutz der Grasnarbe gegen Beschädigung durch den Ski- und Präparierbetrieb.

Der erzeugte Schnee soll jene Grundsicht bilden, auf der darauffallender, natürlicher Schnee durch Isolation gegen die Bodenwärme besser liegen bleibt. Ziel ist eine griffige, weitgehend trockene und auch unter späterer Belastung nicht auseisende Schneedecke, die gemeinsam mit dem natürlichen Schnee bis zum Saisonschluss den starken Beanspruchungen heutigen Pistenbetriebes standhält.

Wir wollen nicht zusätzliche Pisten mit Beschneigung, sondern die bessere Auslastung vorhandener Pisten durch Beschneigung. Der Neu- und Erschließungsdruck mindert sich dadurch wesentlich.

3. Verbreitung der Schneeanlagen

Weltweit gibt es über 1.500 Schneeanlagen. Die erste europäische Großschneeanlage wurde vor 12 Jahren in der Schweiz in Savognin gebaut. Dies war der Startschuss zu einer Entwicklung mit bis heute etwa 500 Anlagen in Europa.

Die stärkste Verbreitung haben Schneeanlagen in den Dolomiten, im Aostatal in den französischen Alpen und mittlerweile auch in Österreich gefunden.

4. Wie funktioniert nun die technische Schnee-Erzeugung?

Ganz einfach - völlig gleich wie der natürliche Schneefall, nur im Zeitraffer-tempo. Der natürliche Schnee entsteht, indem feuchte, warme Luftmassen auf eine kalte Luftschicht aufgleiten und abgekühlt werden. Das heißt, die abgekühlte Luft kann die vormals in ihr enthaltene Feuchtigkeit nicht halten, diese fällt aus. Die Auskristallisierung des Wassers beginnt bei extrem tiefen Temperaturen bzw. schon früher, wenn z. B. unterkühlte Staubpartikel die Kristallisation auslösen. Diese Kristalle fallen dann durch mehrere Luftschichten unterschiedli-

cher Feuchte und Temperaturen, so dass die hinlänglich bekannten, schönen Kristallformen entstehen können.

Dieser soeben beschriebene Vorgang wird auch bei der maschinellen Schnee-Erzeugung nachvollzogen, einzige Unterschiede sind folgende:

1. Das für die Schnee-Erzeugung zur Verfügung stehende Wasser weist in der Regel eine Temperatur über 0°C auf. Es kann auch auf dem Weg von der Wasserfassung zum Schnee-Erzeuger nicht unter 0°C abgekühlt werden, da das Einfrierproblem nicht in den Griff zu bekommen wäre.
2. Der für die Umwandlung des Wassers zu Schnee, anstatt Eis, verantwortliche Kristallkeim muss erst hergestellt werden. Genutzt wird die bei der Expansion von Druckluft entstehende Kälte, die das in der Druckluft enthaltene Wasser gefrieren lässt.
3. Es steht uns nur **eine** kalte Luftschicht, eben die bodennahe, zur Verfügung. Der Gedanke, die Gebläseluft eines Propellergerätes abzukühlen, ist zwar verlockend, jedoch sehr unwirtschaftlich. Der Gebläseluft kommt jedoch nur eine Teilfunktion im Schneiprozess zu. Sie muss das Wasser so lange durch die kalte Umgebungsluft transportieren, bis es auskristallisiert ist.

Reines Wasser wird also in Düsen von Schnee-Erzeugern zu feinsten Stäubchen zerstäubt und ausgeschleudert. Damit die Tröpfchen auf der kurzen Flugzeit zwischen Düsenmündung und Auftreffen am Boden zu einem Schneekristall ausfrieren, müssen sie stark unterkühlt werden, ein rein physikalischer Vorgang von Verdampfung und Wärmeaustausch mit nachfolgender Kristallisation.

Es werden keine chemischen oder biotechnischen Substanzen, Schneesement oder Kältemaschinen verwendet.

Der gängige Ausdruck „Kunstschnee“, ist schlecht gewählt, da er leicht die Assoziation zu Chemikalien mit Umweltbelastung auslöst.

Das Schneien funktioniert umso besser, je tiefer die Lufttemperatur und je niedriger die Luftfeuchtigkeit ist. Im kritischen Temperaturbereich über -5°C lässt sich durch den einzelnen Schnee-Erzeuger nur mehr wenig Wasser durchsetzen, über -3°C wird das Schneien unwirtschaftlich.

Der erzeugte Schnee soll möglichst trocken und leicht sein, um den ökologisch günstigen Aufbau hoher Luftdurchlässigkeit, niedriger Wärmeleitfähigkeit und geringer Vereisungsneigung zu erreichen. Diese Eigenschaften kommen auch dem Präparier- und Skibetrieb entgegen.

Technischer Schnee verträgt sich gut mit natürlichem Schnee. Der Präparieraufwand wird bei Beschneigung eher geringer als bei natürlichem Schnee. Das häufige Einbringen von Schnee aus den Randzonen entfällt.

5. Systeme von Schnee-Erzeugern

Es gibt zwei Systeme von Schnee-Erzeugern: Hochdruckanlagen mit Druckluftschnee-Erzeugern und Niederdruckanlagen mit Propellerkanonen. Beide Systeme haben Vor- und Nachteile und ihre Berechtigung.

Beim **Hochdrucksystem** wird das Wasser in einfachen Mischkammern mittels Druckluft zerstäubt und ausgeschleudert. Die Druckluft wird in einer zentralen Kompressorstation erzeugt und über Rohrleitungen zur Piste transportiert. Die Druckluft muss gekühlt, getrocknet und ölfrei sein.

Der **Niederdruck- oder Propellerschnee-Erzeuger** besteht aus einem kurzen Rohr großen Durchmessers, in dem ein Gebläse angeordnet ist. Atmosphärische Luft wird durchgeblasen, Düsen an der Mündung spritzen möglichst kleine Wassertropfen in den Luftstrom ein. Die Wassertropfen gefrieren dort zu Schneekristallen. Für die Kristallkeimbildung werden Eiskristalle aus einem kleinen Druckluftkompressor aus der Entspannung feuchter Druckluft in den Luft- oder Wasserstrom eingepflegt.

Die Vorteile des **Hochdrucksystems** liegen in der besseren Automatisierbarkeit im Betrieb, wodurch der Personalbedarf etwas verringert und auch kurze lokale Kälteperioden innerhalb einer Schneinacht besser genutzt werden können. Außerdem bietet die Anlage Vorteile in der Erstbeschneigung aperer Skipisten durch Verringerung der Manövrierarbeit. Diese Vorteile sind jedoch nur dann voll zu nutzen, wenn eine große Anzahl von Schneekanonen in dichten Abständen über die gesamte Schneiperiode fix auf der Piste installiert bleiben kann.

Die Vorteile des **Niederdrucksystems** liegen in einer wesentlich geringeren Schallemission als bei Hochdrucksystemen und dadurch in einer leichteren Genehmigungsfähigkeit. Der um ca. 12 bis 15 dB(A) niedrigere Summenschallpegel bei niedrigeren Frequenzen wird subjektiv weniger als halb so laut empfunden. Das Niederdrucksystem hat außerdem einen um die Hälfte geringeren Leistungs- und Energiebedarf. Bei kleinen und mittleren Anlagen liegen die Investitions- und Betriebskosten wesentlich niedriger als bei Hochdruckanlagen.

Das HKD-System ist in den letzten Jahren zusätzlich in Europa eingeführt worden. Es ist im Prinzip ein Hochdrucksystem mit Schneilanzen. Die besonderen Vorteile liegen in der Wirtschaftlichkeit und der geräuscharmen Funktion.

Die Fellhorn-Anlage ist auf dem Niederdrucksystem aufgebaut und besteht aus

- der Beileitung des Schlappoldbaches in das obere Staubecken des Wasserkraftwerkes Warmatsgund, welches auch als Wasserfassung dient,
- einer Wasserfassung auf ca. 1.400 m Höhe,
- einem entlang der Hauptabfahrt und 3 Pisten fix verlegten Rohrsystem,
- 87 fix installierten Wasserentnahme- und Stromanschlussstellen,
- drei Pumpstationen,
- 20 Schnee-Erzeugungsmaschinen, welche variabel an den Hydranten eingesetzt werden,
- einem Wetterdatenerfassungssystem und einem Computer- und Steuerungssystem, welches den vollautomatischen Betrieb gewährleistet,
- Wasserleistung pro Sekunde 75 l,

- Gesamtwassernutzung max. 75.000 m³.

Mit 20 Stück Schnee-Erzeugungsmaschinen von der Firma Techno Alpin wird entlang einer Pistenstrecke (Länge: ca. 8 km, beschneite Fläche: 22 ha) eine Schneedecke von ca. 20 - 30 cm Höhe aufgebracht.

6. Was gehört nun alles zu einer Schneeschanze?

Sichtbar sind nur die eigentlichen Schnee-Erzeuger, die mobil auf der Piste stehen. Sie bilden jedoch nur einen kleinen Teil der Gesamtanlage mit ca. 10 % der Investitionskosten. Der überwiegende Teil liegt, wie vorher beschrieben, in der unterirdischen Infrastruktur für die Wasser-, Druckluft- und Stromversorgung. So entsteht eine Schneeschanze mit Wasserbauwerken, Stationsgebäuden, Pumpen, Kompressoren, Rohrleitungen, Zapfstellen, Erdkabel, Energieversorgungsanlagen und Steuerungen. Zur möglichst schonenden Verteilung des auf die offene Piste aufgetragenen Erstschnees wird eine Pistenmaschine mit sogenannten Sommerketten (Gummistegen) ausgerüstet. Den Arbeitsplatz des Schneemachers könnte man mit „kalt, nass und meistens dunkel, am besten beschreiben. Schneemacherei ist härteste Arbeit!

7. Grenzen der Erschließung

Die Grenzen in der weiteren Erschließung von Schneeschanzen liegen in der Verfügbarkeit von Wasser, in klimatischen Voraussetzungen und in den Kosten. Die Anlage rechnet sich nur bei wichtigen Pisten und hoher vorhandener Beförderungskapazität. Auch bei zügigem Ausbau weiterer Bedarfsfälle wird der Anteil an beschneiten Pisten nur bei wenigen Prozentpunkten der gesamten Skifläche liegen. Die Vision von gigantischen Prestigeprojekten und „jedem Schlepplift eine Schneeschanze,“ ist aus Kostengründen völlig unrealistisch. Grob muss man mit Erstellungskosten für 100 m beschneiter Piste von 120.000,- bis 150.000,- DM rechnen. Für 1 m³ erzeugten Schnee müssen DM 6,- bis 8,- angesetzt werden (inkl. Investitionen). Davon sind ca. 0,45 DM Energiekosten und ca. 1,5 DM Personalkosten pro m³.

Ökonomisch und ökologisch völlig unsinnig wäre, Skisportanlagen in Gebieten zu erschließen, die von Natur aus dafür ungeeignet sind und nur durch Beschneigung geeignet würden.

Eine wichtige natürliche Grenze liegt in den klimatischen Bedingungen. Die Höhenlage, die Nordorientierung, die Schattenlage und schließlich die Durchlüftung des Gebietes gegen Dunst- und Nebelbildung sind maßgebliche Kriterien für die klimatische Eignung der Skipiste zum Beschneien und damit auch für die Wirtschaftlichkeit. In kritischen Fällen sind mehrjährige, meteorologische Messungen zu empfehlen. Im Gegensatz zum klassischen Land der Schnee-Erzeugung, der USA, haben wir in Mitteleuropa mit höherer Luftfeuchtigkeit zu arbeiten. Wie rapid sich die Abkühlung durch Verdunstung in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit ändert, zeigt z. B. nachstehender Vergleich:

Bei einer Lufttemperatur von -5° C sind bei einer relativen Luftfeuchte von 90 % in einem cbm Luft 2,6 g Wassergehalt. Bei der gleichen Lufttemperatur und einer relativen Luftfeuchtigkeit von nur 50 % sind in einem cbm Luft nur mehr 0,78 g Wasser pro cbm Luft enthalten. Das heißt, die Verdunstungsmöglichkeit bei 50 % relativer Luftfeuchtigkeit ist gegenüber 90 % relativer Luftfeuchtigkeit mindestens vier mal größer. Dieser untrennbare Zusammenhang von Luft, Temperatur und Luftfeuchtigkeit machen es schwierig, eine klare Aussage treffen zu können, ab wie viel Grad optimal beschneit werden kann. Diese Grenze ist fließend und

sehr stark von den verwendeten Geräten und von dem vor Ort herrschenden Klima abhängig. Für das Fellhorn gilt das ab einer Temperatur von -4°C und einer Luftfeuchtigkeit von ca. 75 bis 90 % vernünftig geschneit werden kann. Die Schneileistung pro Stunde erhöht sich sprunghaft mit abnehmender Luftfeuchtigkeit bzw. sinkender Temperatur. Im Schnitt können pro Schneistunde und Maschine zwischen 30 bis 70 m^3 Schnee erzeugt werden.

8. Wirtschaftlichkeit

a) Die Mehrkosten aus dem Betrieb einer Schneeanlage sind wohl selten im Preis der Tageskarte oder des Skipasses unterzubringen. Die Investition kann sich für den Betreiber nur durch Mehreinnahmen aus einer besseren Auslastung über den Winter (als ohne Beschneigung) rechnen. Da die Tagesfrequenzen kaum steigerbar sind, ist die Kostendeckung nur aus der Vermeidung längerer Ausfälle und daraus resultierender Umsatzeinbrüche bei Schneemangel zu erreichen.

b) Die klassische Frage bei einer Investition ist normalerweise: Kann ich mir leisten, das zu haben?

Bei der Schneeanlage stellt sich oft die Frage anders, nämlich: Kann ich mir leisten, das nicht zu haben?

Mit Blick auf den regionalen und auf den internationalen Wettbewerb wird man diese Frage heute oft anders beurteilen. Nicht nur der Wettbewerb der Skiorte untereinander, sondern auch die zunehmende Konkurrenz im Fernreisetourismus und der Trend zu alternativen Freizeit- und Urlaubsbeschäftigungen aufgrund des natürlichen Schneemangels beantworten diese Frage schnell.

c) Die Schneeanlage ist eine Zusatzinvestition zu bereits getätigten, meist wesentlich größeren Investitionen. Die rein betriebswirtschaftliche Frage ist, ob durch diese Zusatzinvestition die Rendite der Gesamtinvestition mit den erhöhten Betriebskosten abdeckbar ist. In unserem Fall hat die Schneeanlage diese Aufgabe erfüllt.

d) Eine Gretchenfrage ist, wie viele Gäste einen Skiort wegen Schneemangel schon verlassen hätten oder gar nicht erst gekommen wären. Langfristig von noch größerer Bedeutung ist aber, wie viele Gäste, die sich bei Schneemangel mit einem sogenannten Alternativprogramm eine Woche lang beschäftigen ließen, im nächsten Jahr überhaupt wieder kommen. Auf Stammgäste kann jedoch kein Wintersportort verzichten.

e) Den eigentlichen wirtschaftlichen Vorteil hat nicht der Betreiber, sondern die gesamte Fremdenverkehrswirtschaft in Ort und Umgebung. Der Nutznießer ist daher mit dem Bezahler der Schneeanlage nicht voll deckungsgleich.

Langfristig werden daher Modelle zu finden sein, bei denen eine Mitfinanzierung durch die übrige Fremdenverkehrswirtschaft erfolgt. Der Effekt der Umwegrentabilität legitimiert in manchen Fällen wohl auch den Anspruch eines Seilbahnunternehmers an die öffentliche Hand oder an die Fremdenverkehrswirtschaft zur Förderung der Schneeanlage.

f) Die wirtschaftlichen Auswirkungen gut befahrbarer Pisten auf die gesamte Fremdenverkehrswirtschaft, auf die Arbeitsplätze im Bergland, auf das direkte Steueraufkommen, auf

die Zulieferfirmen der Seilbahnindustrie und schließlich auch auf die gesamte Sportartikelindustrie sind wohl unbestritten. Nicht vergessen werden sollte auch der soziale Aspekt für den einzelnen Gast, der so einen Urlaub genießen, seinen Sport ausüben, Gesundheit tanken, Kontakte knüpfen und Natur und Berge erleben kann.

9. Gesetzliche Vorschriften und Auflagen

In allen europäischen Ländern sind zur Errichtung und zum Betrieb von Schneeanlagen umfangreiche Genehmigungsverfahren notwendig. Darin werden Wasserhaushalt, Natur- und Landschaftsschutz und Schallemission behandelt und oft strenge Auflagen erteilt. Am Fellhorn wurde neben der wasserrechtlichen Genehmigung die pro Jahr zur Verfügung stehende Wassermenge klar eingegrenzt und ein landschaftspflegerischer Begleitplan mit einer jährlichen ökologischen Beweissicherung als Auflage erteilt. Dabei will man herausfinden, wie weit die Beschneigung auf die Vegetation positive und negative Einflüsse hat. Nach zwölf Schneisaisonen am Fellhorn sind bis zum heutigen Tage keine negativen Auswirkungen auf Vegetation, Erosion, Wasserhaushalt und Ernteertrag sichtbar.

Die Landwirte bestätigen sogar positive Auswirkungen.

In keinem unserer Nachbarländer und in keinem der anderen deutschen Bundesländer ist allerdings eine Genehmigung so schwer zu erlangen wie bei uns in Bayern.

10. Stichwort „Ökologie von Schneeanlagen,,

Die ökologische Frage ist heute zum zentralen Thema in der Genehmigungsfähigkeit einer Schneeanlage geworden. Aus vielen Gesprächen mit Betreibern, Wissenschaftlern und aus den Facts von unserer Fellhorn-Anlage bin ich überzeugt, dass die massiven Angriffe der Gegner von Schneeanlagen unbegründet sind.

Sie stammen entweder aus Fehlinformationen oder sind gezielte Aktionen gegen die wirtschaftlich Nutzung unserer Berge für Wintersport und Tourismus.

In den ersten drei Jahrzehnten der Beschneigung wurden ihre ökologischen Auswirkungen durchwegs positiv beurteilt, aus den USA und Skandinavien kennen wir keine Bedenken. Die Diskussion über Umweltverträglichkeit von Schneeanlagen eskalierte erst 1986 durch die CIPRA, die in einer Resolution die technische Beschneigung massiv ablehnte. Die CIPRA begründete dies mit grundsätzlichen Überlegungen gegen einen „neuen additiven Beitrag in der Spirale der Tourismusentwicklung,.. Anders formuliert, die CIPRA lehnt es ab, die Schnee-Erzeugung dazu zu nutzen, dass eine wirtschaftliche Absicherung des Fremdenverkehrs im Gebirge ermöglicht wird, das heißt, es geht ihr um die Entziehung der Möglichkeit der Risikominderung im Fremdenverkehr. Dahinter ist die Hoffnung verborgen, dass bei anhaltend verspätetem Naturschneefall die wirtschaftlichen Schwierigkeiten wachsen und zu einer Reduktion des Tourismus führen.

Taktik nannte die CIPRA dieses Vorgehen. Ich überlasse es Ihnen, das dazu passende Eigenschaftswort oder eine andere treffende Bezeichnung zu finden.

Bis heute haben die Gegner von Schneeanlagen keine qualifizierten Argumente gegen die Beschneidung vorgelegt, sondern ziehen sich auf prinzipielle, fast schon ideologische Erklärungen zurück.

Zur Ökologie folgende sachliche Zusammenhänge:

- Der **Energieverbrauch** ist heute bei Wahl des richtigen Systems gut beherrschbar. Unsere Niederdruckanlage für etwa 22 ha und 1100 Höhenmeter benötigt eine elektrische Leistung von knapp 900 kW, das ist die Leistung von 10 Mittelklasse-PKW. Diese elektrischen Leistungen stehen jedoch fast immer als Alternativnutzung vorhandener Anschlusswerte von Seilbahnanlagen zur Verfügung. Die energetisch maßgebliche Größe des Verbrauchs an Wirkarbeit ist aufgrund der kurzen Schneizeiten von 300 bis 400 Stunden überraschend niedrig, die vorhin erwähnte Beispielsanlage wird etwa 200.000 bis 220.000 kW/h pro Jahr benötigen. Dies entspricht dem Jahresenergieverbrauch von ca. 6 Einfamilienhäusern oder einer mittleren Pension in einem Wintersportort.
- Die **Schallfrage** ist heute mit geeigneten Schnee-Erzeugern und sorgfältiger Betriebsweise gut im Griff. So werden bei leisen Niederdruckschnee-Erzeugern schon Immissionsschallpegel von 60 dB(A) in 20 m seitlichem Abstand erreicht. Dies entspricht dem Innenschallpegel eines PKW mit 80 km/h auf der Autobahn oder dem Geräusch in einem gut besuchten Kaufhaus. Unsere Schnee-Erzeuger liegen ungefähr bei diesen Werten. Sie können sich neben einer solchen Schneemaschine fast im normalen Gesprächston unterhalten. In 80 m seitlicher Entfernung ist der Immissionsschallpegel schon auf 50 dB(A) abgesunken. Der schall-technisch sensible Bereich einer Schneeanlage in Talnähe ist nur ein kleiner Teil der Gesamtfläche. Dort kann eine zeitliche Einschränkung auf Stunden außerhalb der Nachtruhe gut akzeptiert werden.
- Der **Wasserentzug** aus einem Gewässer wird dem Behördenverfahren entsprechend begrenzt. Es ist kein Fall bekannt, wo durch eine Schneeanlage ein Gebirgsbach ausgetrocknet oder sonstige Nachteile - etwa in seiner Vorfluterfunktion - bemerkt wurden. Bei der Fellhorn-Anlage ist eine bestimmte ständige Überlaufwassermenge festgelegt. Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass diese Mindestwassermenge durch das Bachbett geleitet wird. Durch die gemeinsame Lösung mit dem Wasserkraftwerk kann dieses ca. 2.200.000 kWh mehr Strom erzeugen.
- Chemische oder biotechnische Zusätze, wie etwa das in den USA fallweise verwendete Mittel „SNOMAX“, sind in Bayern grundsätzlich verboten und werden nicht eingesetzt. **Versneit werden nur Gebirgswasser und Gebirgsluft.** Trotzdem zog sich „SNOMAX unter der Schlagzeile „Bakterienschnee vergiftet Trinkwasser“, bereits durch die Medien.
- Sollte für eine Schneeanlage nur bakteriell belastetes Wasser zur Verfügung stehen bzw. befinden sich Quellhorizonte von Trinkwasserversorgungen unter der Schneefläche, dann werden heute **Entkeimungsanlagen** vorgeschrieben und eingebaut, das heißt, technischer Schnee ist mit absoluter Sicherheit gesundheitlich komplett unbedenklich.
- Der Hauptangriffspunkt der Gegner ist in den letzten Jahren die Auswirkung auf die **Vegetation** geworden. Dazu: Eine Skipiste ist keine unberührte Märchenwiese mit rein landwirtschaftlicher Nutzung, sondern ein bereits **verändertes Ökosystem**. Viele Pisten wurden früher bereits planiert, sind begrünt, früher mit Kunstdünger - heute mit biologischem Dünger - gedüngt, mit Pistengeräten gewalzt und mechanisch und landwirtschaftlich bean-

spricht. Die zentrale Frage ist also, ob die Situation auf der Skipiste durch die Beschneigung besser oder schlechter wird. Von Bedeutung sind wohl primär Bedeckungsgrad und Durchwurzelung der Grasdecke für ihr Verhalten bei Abschmelzvorgängen und starken Niederschlägen gegen Oberflächenerosionen und die Beständigkeit gegen Vernässung und Rutschungen sowie die Wasserspeicherfähigkeit des Mutterbodens. Diese Größen beeinflussen die Abflussfaktoren der Skipiste. Interessant dazu ist, dass Versuche in den letzten Jahren am Fellhorn gezeigt haben, dass die Beschneigung die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens stellenweise sogar erhöht. Für den landwirtschaftlichen Ertrag zeigte die Beschneigung vor allem in niederschlagsarmen Vorsommern Vorteile.

- Ein wesentlicher **ökologischer Vorteil** der technischen Schneedecke ist der bessere Schutz der Grasnarbe gegen mechanische Beschädigung aus den Raupenstegen der Pistengeräte, den Skikanten und Stockeinsätzen der Skifahrer.
- Ein weiterer **ökologischer Vorteil** der technischen Schneedecke ist die bessere Isolations-schicht gegen atmosphärischen Frost mit verringerter Eisbildung, zur Folge größerer Schneemächtigkeit und früherer sowie durchgehender Bedeckung. Auch dieser Vorteil hat sich extrem im schneearmen Winter 1989/90 gezeigt. Auch wenn der Schnee im frisch erzeugten Zustand eine höhere Dichte und damit bessere Wärmeleitfähigkeit hat als der natürliche Schnee, so ist nach Alterung beider Schneearten und durch die größere Schichtdicke doch eine bessere Isolation zu erreichen. Wie wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, sind gerade Erosionen aus Bodenfrosteinwirkung durch eine durchgehende Schneebedeckung zu vermindern. Die extreme Durchfrostung des Bodens in einigen vergangenen Wintern aufgrund der fehlenden natürlichen Schneedecke sei hier erwähnt.
- Ein **ökologischer Nachteil** ist die höhere Wasserbelastung durch die Beschneigung mit einem zusätzlichen Niederschlag von 90 bis 150 mm Wasser pro Winter.

Dieser Niederschlag ist aber weniger als die Belastung von nur zwei bis drei Starkregentagen im Sommer; er liegt meist weit unter der natürlichen Bandbreite des winterlichen Niederschlags innerhalb eines größeren Zeitraums. Schäden aus verändertem Abflussverhalten durch Beschneigung sind bisher nicht bekannt geworden, in einigen Fällen sind bisher eher Verbesserungen zu beobachten.

Hier ist eine wichtige Klarstellung nötig: Durch die mit der Beschneigung aufgebrauchte zusätzliche Wassermenge wird die für Oberflächenerosionen verantwortliche **Abflussleistung** in der Schmelzperiode als Abflussmenge pro Zeiteinheit nicht größer, da diese Abschmelzleistung nur von der Wärmezufuhr, nicht aber von der Schneemenge abhängt. Der Abschmelzvorgang geht nicht schneller vor sich, er dauert nur länger. Die Abschmelzmenge an einem sehr warmen, schönen Frühjahrstag liegt zwischen 8 und 13 Liter pro qm und Tag. Der Anteil des technisch produzierten Schnees auf der beschneiten Fläche am Fellhorn ist, bezogen auf das Einzugsgebiet, wesentlich unter 1 %.

- Ein weiterer **ökologischer Nachteil** ist die verspätete Ausaperung mit Verkürzung der ersten Vegetationsperiode. Dies ist einerseits auch auf Skipisten ohne Beschneigung zu beobachten, andererseits bestätigen die landwirtschaftlichen Erträge, dass diese wohl etwas spätere Ausaperung und die verkürzte erste Vegetationsperiode nicht zu einer Minderung, sondern in extremen Wintern, wie bereits genannt der Winter 1989/90, zu einer Erhöhung

der Erträge führt. Man denke hier auch an die in der Natur vorkommenden Ausaperstellen auf den Almwiesen z.B. unter Lawinenkegeln.

- Strittig ist die Frage, ob der technische Schnee eine geringerer Luftdurchlässigkeit hat und daher die Vegetation mit Verstickung gefährdet.

Nach unserer Beobachtung ist die Luftdurchlässigkeit einer **gemischt technisch/natürlichen** Schneedecke immer noch größer als bei einer dünnen, stark vereisten und stark **verdichteten natürlichen** Schneedecke.

Die Vor- und Nachteile sind nun gegeneinander im einzelnen Projektfall abzuwägen. **Auf gut begründeten Pisten überwiegen aus unserer Erfahrung die Vorteile. Der Beweis dafür kann nicht nur am Fellhorn, sondern auch gerne an vielen anderen Orten angetreten werden.**

11. Schluss

Natürlich haben die Meldungen der CIPRA und einiger Medien Politiker, Behörden und öffentliche Meinung verunsichert. Die technische Schnee-Erzeugung ist zweifellos ein Eingriff in die Natur. Eingriffe in die Natur sind immer problematisch, jedoch nicht zwangsläufig schädlich.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen keine Nachteile, wenn auf eine sachgerechte und maßvolle Planung, ordentliche, umfassende Behördenverfahren, sorgfältigen Bau und (ganz wichtig) **richtige Betriebsweise geachtet wird.**

Die hohe wirtschaftliche Bedeutung des Winterfremdenverkehrs und der Nutzen durch eine Beschneigung rechtfertigen eine sachliche Behandlung dieses Themenkreises in einer partnerschaftlichen Diskussion.

Die Seilbahnwirtschaft weiß, dass eine intakte Umwelt ihr langfristiges Kapital ist; sie wird sich dieser Diskussion mit gutem Gewissen stellen.

Literatur: Dr. Wechsler
Herr Heufler
Prof. Cernusca
Prof. Lichtenegger
Prof. Mosimann
Prof. Solar

P.S: Am Fellhorn läuft derzeit die europaweit erste wissenschaftliche Grundsatzuntersuchung über die Auswirkungen der Beschneigung auf die Rauhfußhühner - die ersten Ergebnisse sind positiv.

Lärmsituation bei Beschneigungsanlagen

Dr.-Ing. Klaus R. Fritz, Müller-BBM GmbH

Bauarten Schnee-Erzeuger

– Hochdruck-Schneekanonen

Wasser wird in Mischkammern mittels Druckluft zerstäubt. Druckluftherzeugung in Kompressorstation. Verlegung von Wasser- und Druckluftleitungen erforderlich, daher stationäre Anlage.

– Niederdruck-Propellerkanone

Wasser wird mit einem Gebläse/Ventilator, das Umgebungsluft ansaugt, versprüht. Nur Verlegung von Wasserleitungen erforderlich. Mobile Anlage mit kleinem Kompressor.



Schallemission

1989: U. Ackermann

Zeitschrift für Lärmbekämpfung

Schallmessungen an mehreren Propeller- und Druckluftkanonen (Messungen 1985)

Lage des Meßpunktes	Propeller		Druckluft	
	L_A /dB(A)	L_{WA} /dB(A)	L_A /dB(A)	L_{WA} /dB(A)
20 m seitlich	72-77	106-111	85-95	119-129
50 m vorne	65-70	107-112	79-89	121-131

Schallemission

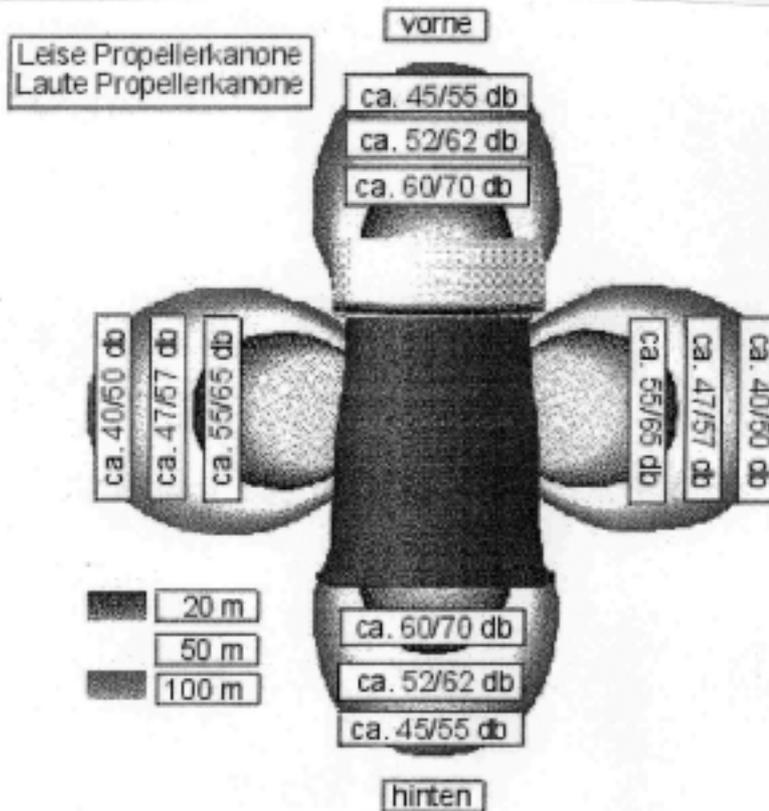
Eigene Meßwerte an Propellerkanonen

Jahr	Typ	L_{WA} in dB(A)	
		seitlich	vorne/hinten
1988	Standard Geräuscharm	102,5	106,5
		99	103
1990	Standard	108	
1991	Standard	104,5	

Schallemission

2000: <http://afu.gr.ch/laerm/d/industrie.htm>

"Leise" bis "laute" Propellerkanonen



Meßposition	Meßabstand/m	L_A /dB(A)	L_{WA} /dB(A)
seitlich	20	55-65	89-99
	50	47-57	
	1000	40-50	
vorne/hinten	20	60-70	94-104
	50	52-62	
	100	45-55	

Schallemission

Zusammenfassung für Propellerkanonen

Jahr	$L_{WA}/dB(A)$	
	seitlich	vorne/hinten
1985	106-111	107-112
1988-1991	99-102,5	103-106,5
	104,5-108	
2000	89-99	94-104

Schallemission

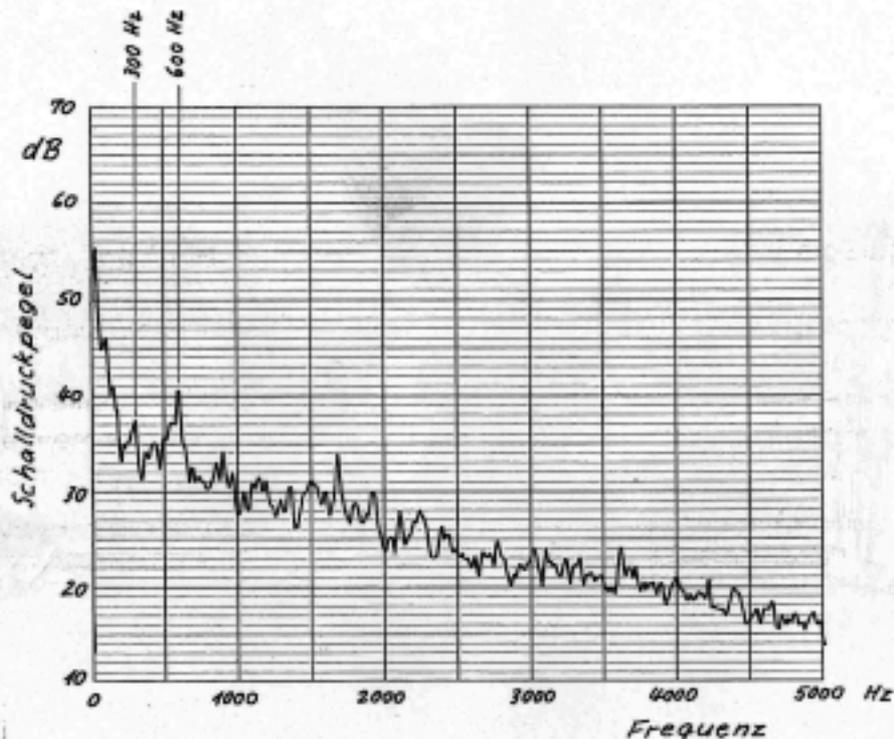
Spektrale Zusammensetzung

Oktavspektrum: $\Delta L = L_{WA/OKT} - L_{WA}$

f in Hz	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k
ΔL in dB(A)	-33	-22	-16	-7	-5	-6	-7

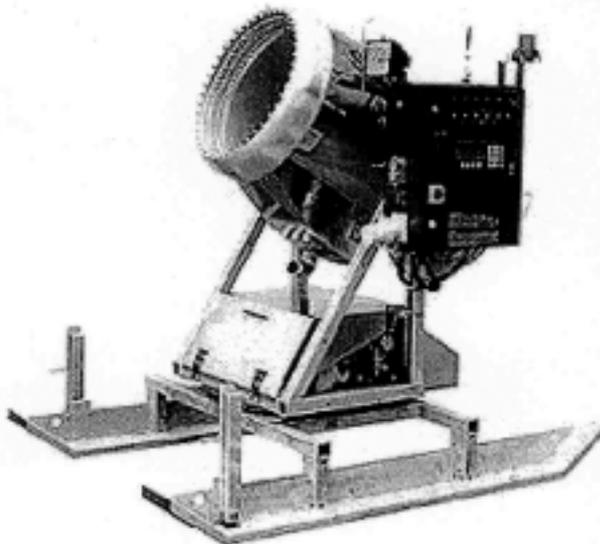
Schmalbandanalyse ($\Delta f = 12,5$ Hz)

in 85 m Abstand



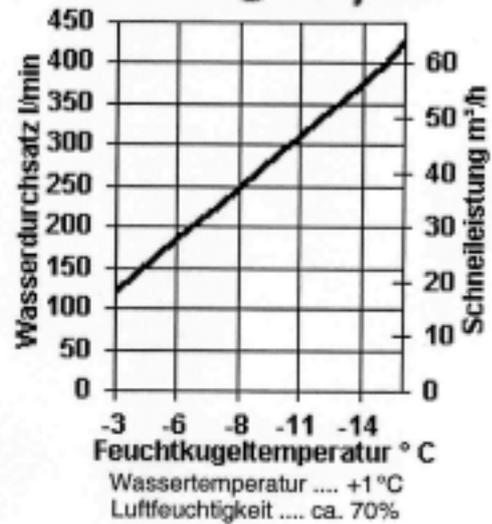
Leistungsdaten
einer Standard-Propellerkanone

http://www.sufag.com/snow1m_gr.html



Wasserdurchsatz 69 bis 425 l/min
 Wasserdruck 10 bis 40 bar
 Schneileistung 10 bis 64 m³/h

Leistungsdaten *Compact*



Ventilatorleistung 11,0kW
 Kompressorleistung 4,0kW
 Heizung - permanent 0,6kW
 Heizung - temporär 3,6kW
 Arbeitsscheinwerfer 0,2kW
 Gesamtanschlusswert 19,4kW
Anschlusswert in Betrieb 15,6kW

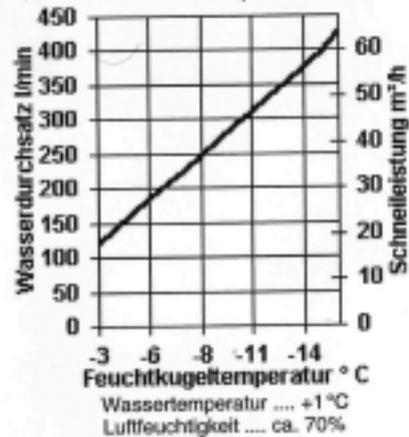
Leistungsdaten

einer geräuscharmen Propellerkanone

http://www.sufag.com/snow3m_gr.html



Leistungsdaten *Supersilent*



Wasserdurchsatz 69 bis 425 l/min
 Wasserdruck 8 bis 40 bar
 Schneileistung 10,4 - 63,8 m³/h

Ventilatorleistung 11,0 kW
 Kompressorleistung 4,0 kW
 Heizung - permanent 0,6 kW
 Heizung - temporär 3,6 kW
 Arbeitsscheinwerfer 0,2 kW
 Gesamtanschlusswert 19,4 kW
Anschlusswert in Betrieb 15,6 kW

Schallpegel dB(A)	20 m	50 m
vorne	60	52
seitlich	58	50

Mit dem Schneerzeuger der Type SUPERSILENT schneiden Sie auch in lärmsensiblen Zonen während der kalten Nachtstunden.

Die Lärmreduktion wurde nicht durch simple Drehzahlreduzierung, was gleichbedeutend mit Schneileistungsverlust wäre, erreicht. Dank ausgereifter patentierter Dämmtechnik bringt die Type SUPERSILENT die volle Schneileistung zu jeder Tages- und Nachtzeit. SUFAG Supersilent, der mit Abstand leiseste Schneerzeuger der Testserie in Lech bei gleichzeitig hervorragender Schneequalität.

Schalleistungspegel:

seitlich $L_{WA} = 92 \text{ dB(A)}$

hinten/vorne $L_{WA} = 94 \text{ dB(A)}$

Schallimmissions-Berechnung

Rechenvorschrift: DIN ISO 9613-2:1999

Frequenzabhängige Luftabsorption

ist stark abhängig von Temperatur
relativer Feuchte

Nach ISO 9613-1: 1993 gilt z. B.:

Temp. °C	rel. Feuchte %	α in dB/km bei der Frequenz in Hz						
		63	125	250	500	1 k	2 k	4 k
10°	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	33
0°	70	0,2	0,4	0,8	1,6	4,6	14	49
-5°	70	0,2	0,4	0,7	1,9	6,4	22	65
-5°	80	0,1	0,3	0,7	1,7	5,4	19	61
-5°	90	0,1	0,3	0,7	1,5	4,7	17	56

Schallimmissions-Berechnung

Einfluß der Luftabsorption

Beispiel: "leise" Propellerkanone $L_{WA} = 94$ dB(A)
Schallquellenhöhe 1,5 m
Mikrofonhöhe 5,0 m

Abstand m	L_A (DW) in dB(A)		ΔL
	10°C 70%	-5°C 90%	
50	49,7	49,4	0,3
100	41,6	41,2	0,4
200	34,1	33,6	0,5
400	26,7	26,1	0,6
800	19,0	18,4	0,6
1600	10,4	10,1	0,3

Empfehlung:

Berechnung des Mitwind-Mittelungspegels L_A (DW) für 10°C und 70% relative Feuchte. Bodendämpfungsmaß nach dem "alternativen Verfahren" frequenzunabhängig.

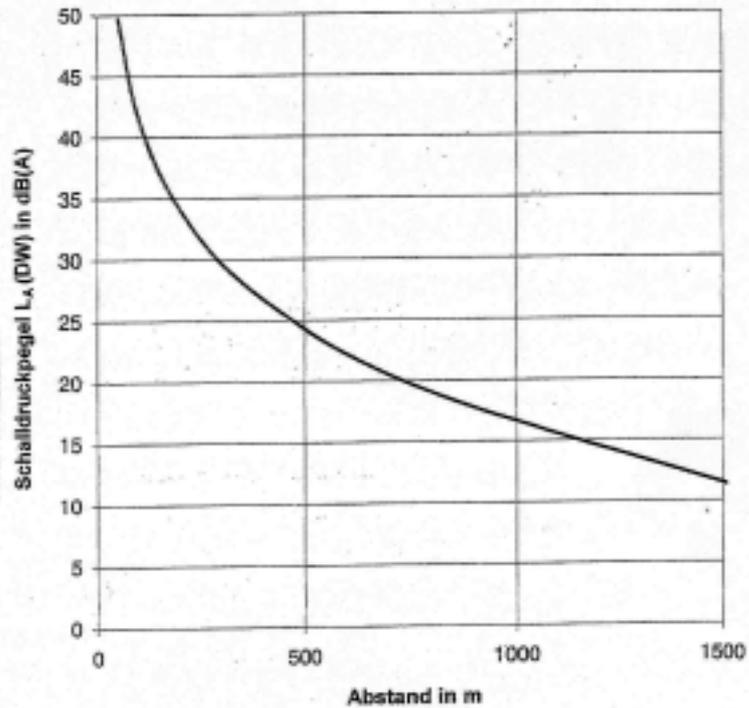
Schallimmissions-Berechnung

Mitwind-Mittelungspegel als Funktion des Abstandes

Schalleistungspegel $L_{WA} = 94 \text{ dB(A)}$

Schallquellenhöhe $h_s = 1,5 \text{ m}$

Mikrofonhöhe $h_r = 5,0 \text{ m}$



Schallimmissions-Berechnung

Immission bei Betrieb mehrerer Schneekanonen

$$L_A = 10 \lg \left\{ \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{A,i}} \right\} \text{ dB(A)}$$

Beispiel:

1-Maschine im Abstand von	L_A (DW) in dB(A)
100	41,6
200	34,1
300	29,8
400	26,7
Summe für alle 4 Maschinen	42,7

Schallimmissions-Beurteilung

TA Lärm 1998:

Abschnitt 1, Absatz a):

Vom Geltungsbereich ausgenommen sind Sportanlagen, die der 18. BImSchV unterliegen.

Sportanlagenlärmschutzverordnung - 18. BImSchV von 1991:

§ 1

Anwendungsbereich

(1) Diese Verordnung gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Sportanlagen, soweit sie zum Zwecke der Sportausübung betrieben werden und einer Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes nicht bedürfen.

(2) Sportanlagen sind ortsfeste Einrichtungen im Sinne des § 3 Abs. 5 Nr. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, die zur Sportausübung bestimmt sind.

(3) Zur Sportanlage zählen auch Einrichtungen, die mit der Sportanlage in einem engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang stehen. Zur Nutzungsdauer der Sportanlage gehören auch die Zeiten des An- und Abfahrverkehrs sowie des Zu- und Abgangs.

Schallimmissions-Beurteilung nach 18. BImSchV

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf folgende Zeiten:

	an Werktagen	an Sonn- und Feiertagen
tags außerhalb der Ruhezeiten	08.00 - 20.00	09.00 - 13.00 15.00 - 20.00
tags innerhalb der Ruhezeiten	06.00 - 08.00 20.00 - 22.00	07.00 - 09.00 13.00 - 15.00 20.00 - 22.00
nachts	22.00 - 06.00	22.00 - 07.00

Beurteilungszeiten:

- tags außerhalb der Ruhezeiten 12 Stunden an Werktagen, 9 Stunden an Sonn- und Feiertagen,
- tags innerhalb der Ruhezeiten jeweils 2 Stunden,
- nachts 1 Stunde (ungünstigste volle Stunde).

Schallimmissions-Beurteilung nach 18. BImSchV

Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden:

Gebiets-einstufung	Richtwert in dB(A)		
	tags außerhalb der Ruhezeiten	tags innerhalb der Ruhezeiten	nachts
Gewerbegebiet	65	60	50
Kern-, Misch-, Dorfgebiet	60	55	45
allgemeines Wohngebiet	55	50	40
reines Wohngebiet	50	45	35

Schallimmissions-Beurteilung nach 18. BImSchV

Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse:

Gebiets- einstufung	Richtwert für seltene Ereignisse in dB(A)		
	tags außerhalb der Ruhezeiten	tags innerhalb der Ruhezeiten	nachts
Gewerbe- gebiet	70	65	55
Kern-, Misch-, Dorfgebiet	70	65	55
allgemeines Wohngebiet	65	60	50
reines Wohngebiet	60	55	45

Schallimmissions-Beurteilung nach 18. BImSchV

Definition seltener Ereignisse:

Überschreitungen der Immissionsrichtwerte (nach Fo-
lie 16) gelten als selten, wenn sie an höchstens
18 Kalendertagen eines Jahres auftreten.

Schallausbreitungsrechnung nach 18. BImSchV:

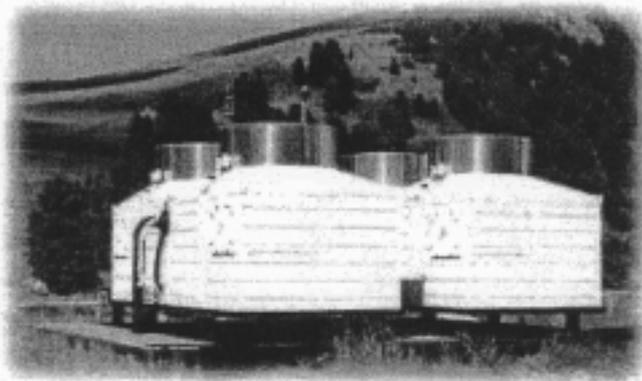
Entsprechend VDI 2714 Abschnitt 3 bis 7 und VDI 2720/1
Abschnitt 3.

Dies entspricht dem Rechenverfahren der
DIN EN ISO 9613-2 für den Mitwind-Mittelungspegel
 $L_A(DW)$ mit der frequenzunabhängigen Bodendämpfung.

Weitere Schallquellen

Bei Beschneigungsanlagen können noch weitere Schallquellen von Bedeutung sein:

- Pumpen für das Wasser,
i. a. in massiven Gebäuden untergebracht, meist schalltechnisch vernachlässigbar
- Kühlwerke zur Wasserkühlung,
schalltechnisch bedeutungsvoll, je nach Standort Lärminderungsmaßnahmen erforderlich.



Wasserwirtschaftliche Aspekte zur technischen Beschneigung

Toni Loipersberger, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft

1. Einleitung

Zunächst möchte ich Herrn Prof. Dr. Göttle entschuldigen, der ursprünglich die Übernahme dieses Beitrages zugesagt hatte. Aufgrund seiner starken Arbeitsbelastung in seinem neuen Amt als Präsident des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft war er leider nicht in der Lage, diese Zusage zu halten.

Technische Beschneigungsanlagen (tBA) berühren vielfältige Aspekte, wie z.B.:

- Umwelt und Naturschutz
- Emissionen, Lärm
- Boden- und Artenschutz
- Ökonomie, Tourismus
- Wasserwirtschaft (Abfluss und Erosion)

Diese Aspekte spiegeln sich ja auch im Programm der heutigen Veranstaltung wieder. In meinem Beitrag möchte ich mich rein auf die wasserwirtschaftlichen Fragen beschränken.

2. Wasserrechtliche Grundlagen

TBA bedürfen grundsätzlich einer Genehmigung nach Art. 59 a BayWG. Derartige Anlagen können auch von privaten Sachverständigen begutachtet werden. Wie die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, ist eine tBA in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle mit einer Gewässerbenutzung oder einem Ausbau verbunden. Dann wird ein Verfahren nach Art. 17 BayWG, ggf. auch ein Planfeststellungsverfahren erforderlich. In diesen Fällen tritt das jeweils zuständige Wasserwirtschaftsamt als Sachverständiger auf.

Mit dem Gesetz zur Umsetzung der UVP-Richtlinie v. 27.12.99 wird eine UVP erforderliche für:

- beschneite Fläche > 15 ha (in Schutzgebieten > 7,5 ha)
- Anlagen > 1.800 müNN

3. Wasserwirtschaftliche Aspekte

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind eine Reihe von Aspekten bei der Beurteilung einer tBA zu berücksichtigen:

3.1 Wasserentnahme

Wie schon erwähnt, ist der Bau einer tBA in aller Regel mit einer Wasserentnahme verbunden, die nach Art. 17 BayWG zu behandeln ist. Dabei ist in erster Linie auf eine ausreichende Restwassermenge zu achten, die das ökologische System des Gewässers nicht beeinträchtigen. Dabei ist jeder Einzelfall gesondert zu beurteilen.

In der Regel führen die kleineren Wildbäche im Winter ohnehin nur sehr wenig Wasser. Dies führt in der Praxis häufig dazu, dass die Entnahme nur aus den größeren Tal-Gewässern zugelassen wird (Beispiel GAP: nur Loisach, Partnach).

3.2 Wasserspeicher

Wegen der Wasserknappheit im Winter werden in vielen Fällen Wasserspeicher am Berg angelegt. Je nach örtlicher Lage sind diese Speicher aus bautechnischer Sicht nicht unproblematisch:

- Bei einem Bruch von Dämmen kann ein erhebliches Gefahrenpotenzial entstehen.
- Durch Einsickern von Wasser in den Untergrund können Rutschungen ausgelöst werden.

Für Planung, Bau und Bauüberwachung sowie den Betrieb dieser Becken sind daher strenge Maßstäbe anzulegen. Voraussetzung für die Errichtung solcher Anlagen ist eine sorgfältige Untersuchung der Untergrundverhältnisse und im Regelfall auch eine Abdichtung der Becken, um das Einsickern von Wasser in den Boden zu vermeiden. Dadurch könnte die Stabilität von Hängen nachteilig beeinflusst werden.

3.3 Bau der Anlage

Die Versorgungsleitungen (Wasser, Strom) werden heute üblicherweise fest in Leitungsgräben verlegt. Ggf. ist auch die Anlage von Erschließungswegen erforderlich. Durch diese Bauarbeiten wird die Vegetationsdecke gestört; in der Folge können verstärkt Erosionen auftreten, möglicherweise aber auch Bewegungsvorgänge im Hang ausgelöst werden.

Bei der Bauausführung ist daher besondere Sorgfalt auf den Schutz und auch die Wiederherstellung des Oberbodens zu legen. Eine der üblichen Auflagen dafür ist es, den Oberboden als Rasensoden sorgfältig abzuheben und wieder einzubauen. Damit kann eine möglichst rasche Regeneration der Vegetation erreicht werden.

3.4 Abfluss und Erosion

Nach unseren Untersuchungen (Beregnungsversuche) ergibt sich generell für Skipisten eine gravierende Erhöhung der Abfluss- und Erosionsbereitschaft gegenüber natürlichen oder naturnahen Flächen.

Allerdings ist kein signifikanter Unterschied zwischen beschneiten und unbeschneiten Pisten erkennbar. Das Hauptproblem aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist eher die Anlage der Skipisten als solche - insbesondere die flächenhafte Planie und damit die Störung des Oberbodens und der natürlichen Vegetation. Hinter diesen Eingriffen treten im Grunde die zusätzlichen Auswirkungen einer Beschneigung aus wasserwirtschaftlicher Sicht in den Hintergrund, dürfen aber dennoch nicht vernachlässigt werden.

Nach meinen Informationen beträgt die beschneite Fläche in ganz Bayern ca. 300 bis 350 ha. Damit ist auszuschließen, dass daraus -großräumig betrachtet- aus der Beschneigung signifikante Einflüsse auf das Abfluss- und Abtragsgeschehen entstehen. Allerdings können sich lokal durchaus Probleme ergeben.

3.5 Massenbewegungen

Durch die Beschneigung wird ein zusätzliches Potenzial an Sickerwasser auf die Flächen aufgebracht. Dadurch kann auch die Stabilität von Hängen negativ beeinflusst werden, ebenso durch die Eingriffe beim Bau der Anlage. Bei ohnehin schon relativ labilen Hängen ist daher große Vorsicht geboten (Beispiel Ofterschwang).

4. Allgemeine Kriterien der Beurteilung

Für die wasserwirtschaftliche Beurteilung von tBA stehen verschiedene Unterlagen zur Verfügung:

Da ist zum einen die "Arbeitshilfe für Gutachten nach Art. 17 BayWG". Diese enthalten jedoch lediglich eine Art Check-Liste, welche Punkte bei einer Begutachtung zu prüfen sind. Konkrete Hinweise oder Bewertungskriterien sind darin jedoch nicht enthalten. Die Arbeitshilfen wurden im Zusammenhang mit der Zulassung privater Sachverständiger erstellt, um eine einheitliche Vorgehensweise sicher zu stellen.

Wesentlich konkreter sind schon die " Grundsätze für die Genehmigung von Beschneiungsanlagen" nach der Bekanntmachung des Bayer. Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen v. 18. Okt. 1993. Als wesentliche Gesichtspunkte sind genannt:

- nur einzelne, exponierte Stellen
- nur wichtige Pisten
- keine Verlängerung der Saison
- keine großflächige Erschließung
- keine neue Erschließung von Pisten

Als regelmäßig ungeeignet werden folgende Bereiche genannt:

- verschiedenen Schutzgebiete nach dem Bayer. Naturschutzgesetz
- Wildschutzgebiete, Ruhezone
- lückige Vegetation, Vernässung, Erosionsgefahr
- oberhalb der Baumgrenze

Daneben finden sich noch einige Hinweise zum Bau und Betrieb der Anlagen, wie z.B.:

- Ökologisch verträgliche Restwassermenge
- biologische und ökotoxikologische Unbedenklichkeit
- max. 30 cm präparierte Schneedecke

Allerdings muss klar sein, dass es sich dabei um Grundsätze handelt, die in der Regel beachtet werden sollen. Es ist letztlich im Einzelfall zu prüfen, ob diese Grundsätze anzuwenden sind. Ausnahmen und Abweichungen von den Grundsätzen sind nicht ausgeschlossen.

5. Gesamtbewertung aus wasserwirtschaftlicher Sicht

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist ein generelles "Ja" oder "Nein" zu tBA nicht abzuleiten.

Soweit die o.g. Grundsätze eingehalten werden, können tBA aus wasserwirtschaftlicher Sicht durchaus unproblematisch sein, so dass einer positiven Beurteilung nichts entgegen spricht. In erster Linie sind hier auch die Betreiber gefordert, ihre Anlagen sinnvoll einzusetzen, also z.B. nur bei entsprechend tiefen Temperaturen.

Uns ist durchaus bewusst, dass tBA aus raumordnerischen Gründen oder auch aus allgemeiner gesellschaftspolitischer Sicht (Stichwort "sanfter Tourismus") vielleicht nicht unproblematisch sind. Aber wir haben diese Anlagen eben nur aus wasserwirtschaftlicher Sicht zu bewerten. Sonstige Gesichtspunkte müssen von anderer Seite in die Diskussion eingebracht und dann im Genehmigungsverfahren entsprechend gewürdigt werden.

6. Perspektiven

Das Bergland ist in seiner Schönheit und Vielfalt ein hoch attraktiver Anziehungspunkt. Der Druck aus Freizeit und Tourismus wird wohl auch in absehbarer Zeit weiter anhalten. Gleichzeitig stehen die verschiedenen Skigebiete untereinander in starker Konkurrenz. Es ist damit zu rechnen, dass auch in nächster Zeit Neuanträge auf Genehmigung von Beschneiungsanlagen gestellt werden. Wenn die dargestellten Rahmenbedingungen eingehalten werden, lassen sich hier aus wasserwirtschaftlicher Sicht durchaus verträgliche Lösungen finden, wenn auch nicht immer und in jedem Fall.

Folgen der technischen Beschneigung für Wildtiere und Regeln für verträgliche Beschneigung

Beobachtungen am Fellhorn (2038 m) bei Oberstdorf im Oberallgäu, Deutschland

Albin Zeitler, Mag. / Wildbiologe (CWB)

Einleitung

Seilbahnen, Sesselbahnen, Skilifte und Gebäude als Anlagen, alpiner Skilauf auf Pisten, Tiefschneevarianten und die Pistenpflege wirken auf Wildtiere als Einzelfaktor und stehen auch in vielfältigen Wechselwirkungen untereinander. Die Folge ist für viele Tierarten eine verringerte Lebensraumkapazität in den betroffenen Gebieten.

Von technischen Anlagen gehen Gefährdungen für Wildtiere aus, wie z.B. Unfälle an Drahtseilen und Glasscheiben. Der Betrieb der Anlagen, das Skifahren und die Pistenpflege beschränken und verändern die Raumnutzung und verkürzen den ungestörten Zeithaushalt von Wildtieren. Zusätzlich gehen von fahrenden Pistenraupen und Skifahrern Unfallgefahren für Alpen-Schneehühner und Birkhühner durch Überfahren in Schneehöhlen aus.

Der Einsatz von Beschneigungsanlagen ist ein weiterer Faktor der Pistenpflege, der die Belastungen für Wildtiere jahreszeitlich und tageszeitlich bzw. über die ganze Nacht erweitert. Er wirkt durch Schall und Licht. Durch Schneezäune und Beschneigung wird Schnee an Windkanten und auf ihrer typischen Vegetation abgelagert. Damit sind wichtige Winternahrungsgebiete z.B. für Alpen-Schneehühner und Alpen-Schneehasen nicht mehr vorhanden.

Untersuchungsgebiet

Die Verbreitung der Raufußhuhn-Arten am Fellhorn 2038 m bei Oberstdorf im südlichen Oberallgäu (Deutschland) erstreckt sich vom Stillachtal 980 m üNN über ca. 1000 m Höheneunterschied bis zum Gipfel und weist (Rest-) Lebensräume für alle vier in Mitteleuropa vorkommenden Raufußhuhn-Arten Alpen-Schneehuhn (*Lagopus mutus*), Birkhuhn (*Tetrao tetrix*), Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) und Haselhuhn (*Bonasa bonasia*) auf. Unter besonderem Einfluß der technischen Anlagen und des Skibetriebes stehen Alpen-Schneehühner und vor allem Birkhühner, die geeignete Habitate von ca. 1400 m bis in die Gipfelage 2038 m nutzen. Alpen-Schneehühner ernähren sich während des Winters vorwiegend von Pflanzen der Krautschicht auf den abgewehten Gratlagen, nutzen jedoch auch immer wieder ergiebigere Pflanzenarten, z.B. Grünerlenknospen (*Alnus viridis*) in tieferen Lagen.

Auerhühner und Haselhühner werden in den Waldgebieten durch Skianlagen und -betrieb belastet, wobei die Seilbahnen und Lifte der Fellhornbahn, die Talabfahrt und ihre Tiefschneevarianten die Lebensräume dieser Tierarten fragmentieren.

Untersuchungsbedingungen

Der November ist bezüglich menschlicher Freizeitaktivitäten im Gebirge ein vergleichsweise ruhiger Monat. Demgegenüber begann am Fellhorn ab Mitte November 1999 die Beschneigung in Hochlagen mit Schallemissionen, Beleuchtung und nächtlichen Kontrollfahrten des Pistendienstes. Bis zum Beginn des Skibetriebs Mitte Dezember bzw. bis Februar 2000 wurde die Beschneigung in unterschiedlicher Intensität fortgesetzt und im März 2000 beendet.

Die Auswirkungen der anfangs unregelmäßigen Beschneigung, die ausschließlich an den technischen Voraussetzungen orientiert war und keinerlei Rücksicht auf die Lebensbedingungen von Wildtieren nahm, wurde nach dem Eingreifen der Unteren Naturschutzbehörde am Landratsamt Oberallgäu durch eine nach wildtierökologischen Gesichtspunkten geregelte Beschneigung verbessert und weitergeführt. Es wurde tagsüber und nachts beschneit, die Schneerzeuger aber morgens von 06:00 bis 09:00 abgestellt.

Methoden

Von störungsfrei nutzbaren Beobachtungspositionen aus, z.B. den Gebäuden der Mittelstation und der Gipfelstation der Fellhornbahn, wurden Birkhühner und andere Wildtierarten seit Sommer 1998 beobachtet. Seit Einrichtung der Beschneiungsanlagen 1999 wurden die Beobachtungsintervalle auf wöchentliche Beobachtungen über jeweils mindestens 24 Stunden verdichtet. Verwendet wurden Ferngläser und Spektive mit bis zu sechzigfacher Vergrößerung. Die zeitlichen Aktivitäten und die räumliche Verteilung der Tiere wurden getrennt nach Geschlechtern in einem Zeittakt von einer Viertelstunde aufgenommen, das Verhalten wurde differenziert in Nahrungsaufnahme, Ruhen, Ortswechsel und Balzaktivitäten. Die Raumstrukturen (z.B. Grate, Rücken, Kuppen, Gräben und Hänge) der von den Tieren genutzten Flächen, die Vegetationsstrukturen (z.B. Wald, Baumzeilen, Strauchschichten, Zwergstrauchflächen und Krautschicht mit und ohne Schnee) und die jeweils gefressenen Nahrungspflanzen wurden beschrieben. Das Verhalten der Tiere beim Kontakt mit Menschen (Skifahrer, Snowboarder, Wanderer, Skitourengehänger) und Maschinen (Pistenraupen, Kleinraupen, Beschneiungsmaschinen, Hubschrauber, Kraftfahrzeuge) wurde gegliedert in Verweilen, Ausweichen und Flüchten. Dabei spielte die aktuelle Nutzung der im visuellen und auditiven Einflußraum der Maschinen beobachteten Wildtiere, vor allem der Birkhühner, die Hauptrolle. Die Entfernungen zwischen Wildtier und Störreiz und das Verhalten der Tiere wurden in Abstandsgruppen von <10m bis 30m, >30 bis 100m und >100m unterteilt.

Die Auswirkungen des Einsatzes von Beschneiungsmaschinen als Einzelfaktor konnten vor Beginn des Skibetriebes von Mitte November bis Mitte Dezember 1999 beobachtet werden. Ab Mitte Dezember 1999 bis März 2000 wurden Ergebnisse zu den Einflüssen der Beschneigung bei Skibetrieb gewonnen.

Ergebnisse

Wirksam auf Wildtiere bzw. ihre Raumwahl und das Zeitmuster sind die Variablen

- ◆ Anlagen mit zeitweise erheblicher Schall- und Lichtemission (Musik und Maschinen, bzw. Licht in Gebäuden und an Maschinen)
- ◆ Skibetrieb auf Pisten, Tiefschneevarianten und die Pistenpflege bei Tag und Nacht

- ◆ Veränderungen der Schneedeckenverteilung mit örtlicher Verringerung der Lebensraumkapazität
- ◆ Unfälle mit Verletzungen und Todesfällen

Mit Beginn des Skibetriebes auf den Pisten und der flächigen Nutzung der Tiefschneevarianten einschließlich des Schutzgebietes Scheidtobel standen tagsüber alle Variablen untereinander in Wechselwirkung, nachts die Variablen Pistenpflege und die Beschneigung sowie die Kontrolle der Beschneigungsmaschinen. Der Beginn des Skibetriebes Mitte Dezember führte zu einer schlagartigen Veränderung der Raumwahl und der Tagesaktivitäten der Raufußhuhn-Arten und anderer Wildtiere.

Die räumliche Verteilung von Wildtieren zum Untersuchungszeitraum ist dokumentiert in den Berichten zu den Auswirkungen der Beschneigung für die Fellhornbahn, Teil I Februar 2000 und Teil II August 2000, die Auswirkungen von Störungen auf Birkhühner an einigen Beispielgebieten in den Bayerischen Alpen in der Publikation „Human disturbance, behaviour, and spatial distribution of black grouse in skiing areas in the Bavarian Alps,, (Vortrag anlässlich der Eurokonferenz The Fate of Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in European Moors and Heathlands. Liège 2000, im Druck).

Der erste Beobachtungswinter mit Einsatz von Schneemaschinen führte zu folgenden Ergebnissen:

1. Auswirkungen der Beschneigung auf **Birkhühner** im nördlicher Teil des Skigebietes

Unter guten Lebensraumvoraussetzungen, wie z.B. im nördlichen Teil des Skigebietes am Fellhorn (Kabinenbahn, „Kuchenbachlift,, „Höflelift,, „See-Eck-Lift,,), konnten Annäherungen von Birkhühnern bei der abendlichen Nahrungsaufnahme an laufende Schneemaschinen bis 200 m, im Ausnahmefall bis 150 m, beobachtet werden. Auch nächtliche Ruhegebiete (Bäume, Schneehöhlen) lagen nie näher als 200 m von laufenden Maschinen entfernt. Das führte zu Beschneigungsregeln, d.h. einer Einteilung des Gebietes in Abschnitte, die jeweils „birkhuhnverträglich,, beschneit werden konnten, siehe Abb. 1, S. 8).

Ab April legte das witterungsabhängige Ausapern der Vegetation auf den südexponierten Abschnitten des Skigebietes Fellhorn schrittweise die Zwergstrauchflächen und die Krautschicht frei, die zu dieser Jahreszeit die attraktivsten Nahrungspflanzen für Birkhühner bieten. Die Beschneigung bis März führte nur an zwei kleinen Flächen (< 100 m²) zu einer längeren Bedeckung der Nahrungspflanzen. Das Gesamtangebot zugänglicher Nahrung war jedoch so groß, daß diese beiden Flächen nicht als bedeutsam angesehen werden können.

2. Auswirkungen der Beschneigung auf **Birkhühner** im südlichen Teil des Skigebietes

Im südlichen Teil des Skigebietes fielen der Bau und Betriebsbeginn der „Möserbahn,, und der Beschneigungsanlage zeitlich zusammen. Diese methodische Erschwernis, die durch die entgegen den fachlichen Empfehlungen erfolgte Genehmigung des gleichzeitigen Betriebsbeginns beider Anlagen verursacht war, verhinderte bisher eine eindeutige Kausalzuordnung. Fest steht jedoch, daß sich die Veränderungen des Skifahrerflusses bzw. die kürzere Zeitspanne, innerhalb der die Tiefschneevarianten befahren wurden, auswirkten: in diesem Ge-

bietsteil sind unter den neuen Betriebsbedingungen keine ausreichenden Rückzugsgebiete mehr vorhanden. Welche zusätzliche Rolle dabei die Beschneigung gespielt hat, ist bisher nicht geklärt.

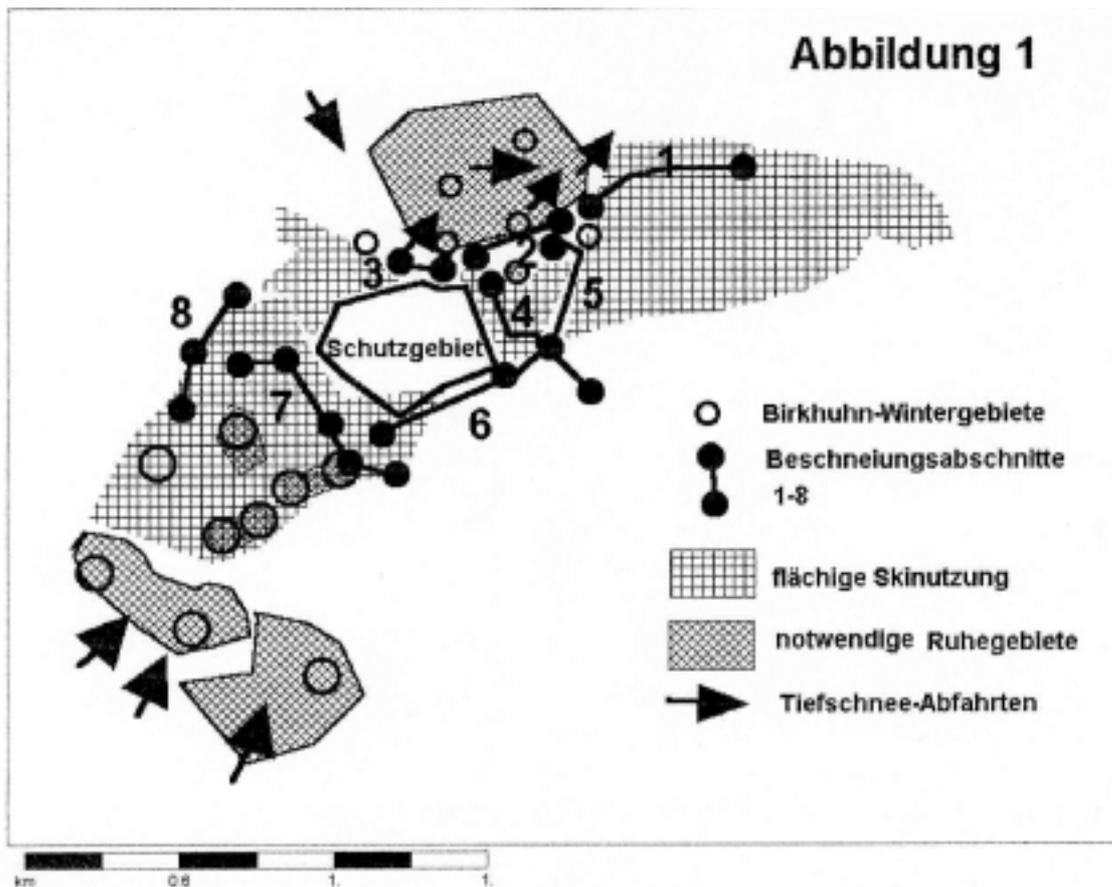
3. Auswirkungen der Beschneigung auf andere Wildtier-Arten

Alpen-Schneehühner (*Lagopus mutus*) näherten sich oder verblieben gegenüber laufenden Beschneigungsanlagen in Gratlagen bis zu einem Abstand von ca. 300 m. Oberhalb von ca. 1500 m wurden im Umkreis von 500 m keine **Waldkäuze** (*Strix aluco*), **Raufußkäuze** (*Aegolius funereus*) oder **Sperlingskäuze** (*Glaucidium passerinum*) bzw. ihre Reviere mehr festgestellt. Diese Tierarten waren in den 10 Beobachtungswintern zuvor immer präsent.

Für **Alpendohlen** (*Phyrrhocorax graculus*) und **Alpenbraunellen** (*Prunelle collaris*), **Els-tern** (*Pica pica*), **Erlenzeisige** (*Caruelis spinus*), **Fichtenkreuzschnäbel** (*Loxia curvirostra*), **Gimpel** (*Pyrrhula pyrrhula*), **Haubenmeisen** (*Parus cristatus*), **Kolkkraben** (*Corvus corax*), **Rabenkrähen** (*Corvus corone*), **Schneefinken** (*Montifringilla nivalis*) und **Tannenmeisen** (*Parus ater*) konnten keine nachhaltigen Auswirkungen der laufenden Beschneigungsanlagen festgestellt werden. Ein großer Teil der Vogelfauna des Fellhorngebietes ist während der Beschneigungsmonate nicht im Gebiet.

Sichtbeobachtungen von **Alpen-Schneehasen** (*Lepus timidus*) wurden nur über 200 m abseits von Beschneigungsmaschinen gemacht. Spuren wurden in bis zu 30 m Entfernung um die Beschneigungsmaschinen festgestellt. Es war jedoch noch nicht zu klären, ob die Annäherungen bei Betrieb oder ausserhalb der Betriebszeiten der Beschneigungsmaschinen erfolgten. **Feldhasen** (*Lepus capensis*) mieden Beschneigungsmaschinen und verließen das Beobachtungsgebiet in Hochlagen. **Gemsen** (*Rupicapra rupicapra*) und **Rothirsche** (*Cervus elaphus*) zogen vor Beginn des Skibetriebs im Abstand von ca. 150 m an laufenden Beschneigungsmaschinen vorbei. **Rotfüchse** (*Vulpes vulpes*) passierten laufende Beschneigungsmaschinen im Abstand von wenigen Metern bzw. liefen unter dem Beschneigungsstrahl durch. In einem anderen Beobachtungsgebiet zogen **Rehe** (*Capreolus capreolus*) im Abstand von 50 bis 100 m an laufenden Beschneigungsmaschinen vorbei zur Fütterung, verlagerten aber ihren Wintereinstand um ca. 300 m von den Maschinenstandorten weg.

Die **Marderarten** (*Mustelidae*) **Steinmarder** (*Martes martes*), **Baummarder** (*Martes foina*), **Hermelin** (*Mustela erminea*) waren zur Beschneigungszeit wie in Jahren ohne Beschneigung präsent. Ein meßbare Beziehung zur Beschneigung konnte nicht festgestellt werden. Die Folgen der Beschneigung in den Gebietsausschnitten mit **Alpen-Murmeltieren** (*Marmota marmota*) bzw. ihren Bauen erwiesen sich als weniger problematisch. Die Architektur der Winterbaue bzw. ihre Lage auf Kuppen und Hangteilen, die im Frühjahr rasch ausapern, führte dazu, daß keiner der mit Metallfolien ausgestatteten Baue, die mit einem Suchgerät auch unter der (Kunst-)Schneedecke gefunden werden konnten, mittels einer Pistenraupe freigeschoben werden mußten. Die im Vergleich mit anderen Jahren besonders wenig beobachteten Murmeltierjungen (maximal 3 gegenüber bis zu 9 Jungtieren in anderen Jahren) können vorläufig nicht auf die Beschneigung von November 1999 bis März 2000 zurückgeführt werden. Die Wirksamkeit anderer Variablen, wie z.B. der Baubetrieb, der sich über den ganzen Sommer 1999 und 2000 erstreckte, innerartliche Wirkungen durch die lange Skisaison bis 24. April 2000 oder andere Ursachen sind nicht bekannt.



© Copyright Deutsche Landesvermessung - Seite (1,1)
Top. Karte 1:50.000 Bayern-Süd

Abbildung 1: Gesamtübersicht über das Skigebiet mit den Beschneigungsabschnitten 1 bis 8, flächiger Skinutzung, Tiefschneeabfahrten und notwendigen Ruhegebieten für Birkhühner

Erläuterungen zur Abbildung 1

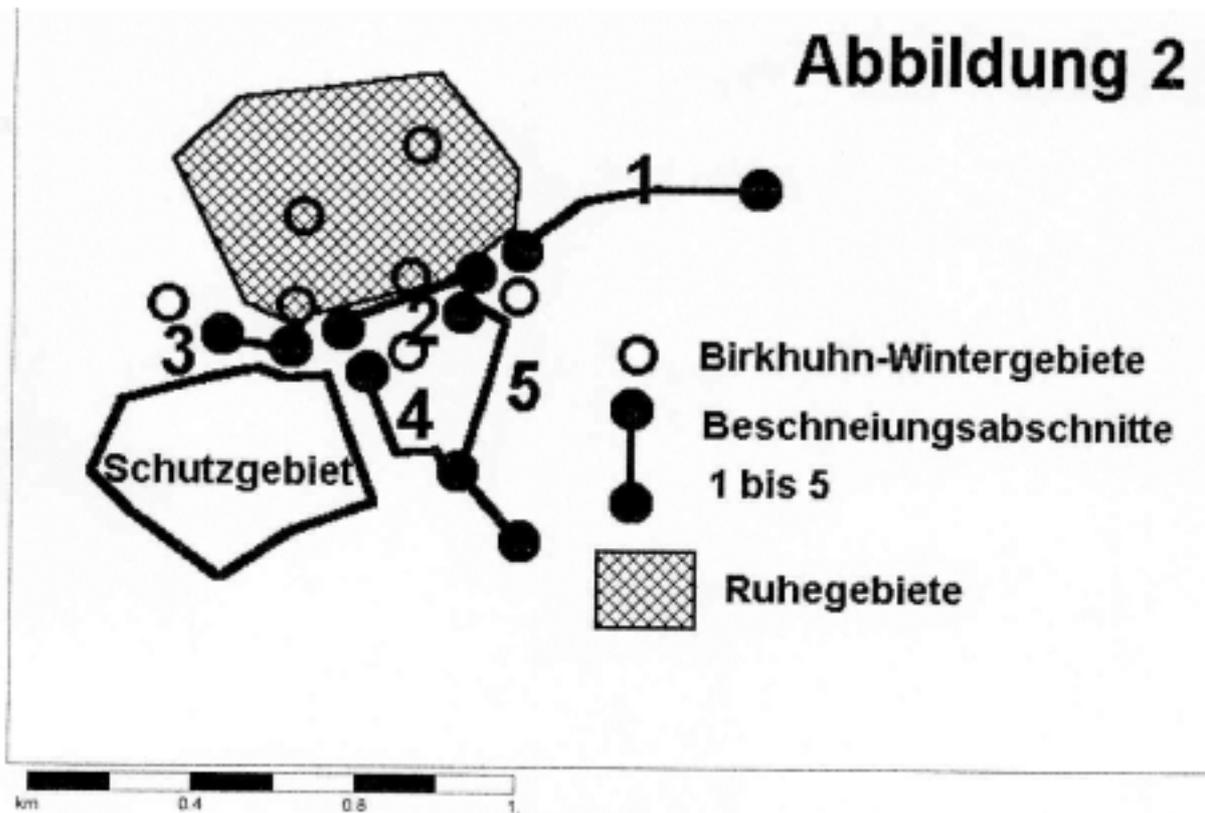
Im Einflußgebiet der Hydrantenstandorte bzw. Beschneigungsmaschinen befinden sich Birkhuhn-Wintergebiete, dargestellt durch Kreise o.

Die Ziffern 1 bis 8 bezeichnen 8 Beschneigungsabschnitte.

Das Schutzgebiet Scheidtobel ist textlich gekennzeichnet.

Die Flächen für notwendige Ausweich- und Ruhegebiete für Birkhühner im Zusammenhang mit verträglicher Beschneigung sind kreuzschraffiert dargestellt.

Abbildung 2



© Copyright Deutsche Landesvermessung - Seite (1,1)
Top. Karte 1:50.000 Bayern-Süd

Abbildung 2: Beispiel für eine birkhuhnverträgliche Beschneuerung am Fellhorn im nördlichen Skigebiet bzw. im Umfeld der Mittelstation der Fellhornbahn

Erläuterungen zur Abbildung 2:

Im Einflußgebiet der Hydrantenstandorte bzw. Beschneidungsmaschinen befinden sich 7 Birkhuhn-Wintergebiete ausserhalb des Schutzgebietes Scheidtobel, dargestellt durch unausgefüllte Kreise o.

Die Ziffern 1 bis 5 bezeichnen 5 Beschneidungsabschnitte.

Das Schutzgebiet Scheidtobel ist textlich gekennzeichnet.

Die Flächen für notwendige Ausweich- und Ruhegebiete für Birkhühner im Zusammenhang mit verträglicher Beschneuerung sind kreuzschraffiert dargestellt.

Die Regeln für eine birkhuhnverträgliche Beschneuerung im nördlichen Gebiet sind:

- 1. Intensive Grundbeschneuerung nach bzw. während der ersten Fröste und Schneefälle ab 15. November auf den Abschnitten 1, 3, 4 (teilweise = 4b) und 5.**
- 2. Beschneidung der Abschnitte 2, 4 und 5 (teilweise = a,b) von 15. November bis Februar nur, wenn die Abschnitte 1, 3 und 5 (teilweise = c) nicht beschneit werden.**
- 3. Keine Beschneidung in der Zeit von 06:00 bis 09:00 morgens.**

Vegetationskundliche Untersuchung auf beschneiten Flächen

Dipl.-Biol. Ulrich Kohler

Einleitung

Der Vortrag befasst sich mit der Fragestellung „Beeinflusst künstliche bzw. technische Beschneidung die Vegetation der Pisten,“. Wenn ja – und dafür spricht aus ökologischen Überlegungen viel – in welcher Richtung und in welchem Umfang verändert sich die Vegetation.

Meine Ausführungen werden sich dabei auf die Ergebnisse eigener Untersuchungen dieser Vegetationsveränderungen konzentrieren und dabei auch der Frage nachgehen: „Lassen sich diese Veränderungen überhaupt mit hinreichender Sicherheit nachweisen, und wo liegen die Schwierigkeiten solcher Untersuchungen.“

Eine Reihe vegetationskundlicher Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Vegetation präparierter Abfahrten von der auf Flächen ohne Skibetrieb unterscheidet. Verantwortlich dafür ist einmal die Verdichtung und Vereisung der Schneedecke als Folge der Pistenpräparation. Die Isolationswirkung der Schneedecke vermindert sich dadurch beträchtlich, zusätzlich herrschen insbesondere in Frühjahrswochen anaerobe Bedingungen im Grenzbereich zwischen Boden und Eisdecke. Beides führt zur Schädigung von Pflanzen und zu den bekannten Fäulniserscheinungen auf frisch ausgeaperten Pisten.

Andererseits zerstört die mechanische Belastung bei mangelnder Schneebedeckung die Vegetation punktförmig und schafft offene Bodenstellen. Diese bieten Pionierarten Besiedlungsmöglichkeiten. Die Artengarnitur der Ausgangsgesellschaft verändert sich.

Positiv werden dem Kunstschnee nun eine Verringerung der mechanischen Schäden an der Grasnarbe und eine bessere thermische Isolation zugeschrieben.

Als Nachteile werden insbesondere die Verlängerung der Schneebedeckung bei gleichzeitig stärkerer Vereisung angesprochen. Damit verlängert sich die Andauer der anaeroben Zustände und die Fäulnisprozesse unter der abtauenden Schneedecke werden verstärkt. Zusätzlicher ist ein Stoffeintrag mit dem Schmelzwasser verbunden.

D.h. je nach Sichtweise soll die Beschneidung die negativen Begleiterscheinungen der Pistenpräparation mindern oder verstärken.

Es stellt sich nun die Frage, ob die messbaren qualitativen und quantitativen Unterschiede zwischen technischem präpariertem und natürlichem präpariertem Schnee ausreichen, erhebliche Veränderungen im Artbestand, insbesondere naturschutzfachlich wertvoller Pflanzengesellschaften auszulösen.

Bei der Frage nach den Auswirkungen der Beschneidung sollte auch nicht vergessen werden, dass Beschneidung durch die Installation der entsprechenden Einrichtungen die Vegetation eines Gebiets verändern und wertvolle Biotope zumindest stören, wenn nicht zerstören kann.

Ökologische Auswirkungen von Kunstschnee

Schneedeckendauer

Beschneung verändert auf jeden Fall in der subalpinen und alpinen Stufe **einen** zentralen Standortsfaktor der Vegetation, nämlich die Schneedeckendauer. Diese wird verlängert und zwar durch eine Verzögerung des Ausaperns im Frühjahr. Beschneung sorgt aber auch dafür, dass der erste Schnee regelmäßiger schon im November fällt und ebenfalls in seiner Wirkung nicht zu unterschätzen, dass die schneefreie Perioden im Winter ausfallen.

Was ist die Konsequenz für die Pflanzendecke? Zuerst einmal, wie alle Befürworter einer Beschneung einmütig feststellen, wird die Pflanzendecke besser gegen Frost geschützt ist. Hier muss nun genau differenziert werden, denn dieser Schutz kann zumindest aus Sicht des Biotopschutzes nicht immer begrüßt werden. Wenn man die bekannten ökologischen Untersuchungen zur Vegetation der Hochgebirge sich vergegenwärtigt, sieht man, dass das Muster der unterschiedlichen Pflanzengesellschaften wesentlich von der Dauer der Schneebedeckung bestimmt wird. Es gibt Pflanzengesellschaften, die könnten ohne permanente winterliche Schneebedeckung, die möglichst lange bis in den Frühling reicht, nicht existieren. Als extremes Beispiel sein hier die Schneetälchen-Gesellschaften genannt. Ein weiteres Beispiel sind auch die Alpenrosenheiden, die ohne winterlichen Schneeschutz starke Frostschäden erleiden.

Auf der anderen Seite gibt es Pflanzengesellschaften, die diesen Schneeschutz nicht brauchen. Auch hier wieder ein Extrembeispiel: ‚Gemsheiden‘ oder andere Windkantengesellschaften. Wird ihnen ein permanenter Schneeschutz geboten, verlieren die charakteristischen Arten dieser Gesellschaft ihren Konkurrenzvorteil und werden von anderen, wüchsigeren verdrängt.

Zusammenfassend lässt sich die Hypothese aufstellen, dass eine Veränderung der Schneebedeckung die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Pflanzenarten der Pistenvegetation verschiebt. Eine andere Frage wird natürlich sein, in welchem Zeitraum und wie deutlich sich dieses manifestiert.

Die Frage des winterlichen Mikroklimas und Gasstoffwechsels unter der Schneedecke möchte ich hier nicht ansprechen. Diese Frage ist so komplex, da eng mit Qualität und Menge des erzeugten Schnees verknüpft, dass mir hier die Fachkenntnis mich qualifiziert zu äußern fehlt.

Eintrag von Mineralstoffen aus dem Schneiwasser

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass Schneiwasser, das ja entweder Grund- oder Oberflächenwasser ist, andere Mineralgehalte als natürliche Niederschläge hat. Insbesondere für Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ und SO_4^{2-} ist der Eintrag um den Faktor 10 bis 100 höher als bei normalem Niederschlag. Regional bestehen sicherlich große Unterschiede, wie der Vergleich, der bei JONES & DEVARENNE und KAMMER publizierten Zahlen zeigt. Der Eintrag liegt in einem Bereich, der auf gedüngten Flächen sicher keine Rolle spielt, auf natürlich nährstoff- und basenarmen Standorten jedoch anspruchsvollere Arten begünstigt. Zusätzlich unterstützend wirkt für anspruchsvolle an trockeneren Magerstandorten die erhöhte Bodenfeuchte im Frühjahr, die auf den größeren Schmelzwasseranfall zurückzuführen ist.

Auswirkungen der Infrastruktur

Der Bau einer Beschneiungsanlage erfordert ein ausgedehntes, oft mehrere Kilometer langes Rohrleitungsnetz. Geringe Probleme treten auf, wenn Weiderasen von den Kabelgräben durchschnitten werden. Diese Flächen lassen sich rasch wiederbegrünen. Besonders erfolgreich ist die Begrünung dann, wenn die Rasenziegel und Oberboden getrennt abgetragen und abgelagert und nach Abschluss der Baumaßnahme wieder lagerichtig aufgebracht werden. Durchschneidet der Graben dagegen nährstoff- und/oder basenarme Moorgesellschaften, so setzt allein die Bodenstörung einen Prozess der Nährstofffreisetzung aus dem Torf in Gange, der im Bereich des Grabens zu langdauernden Vegetationsveränderungen führt und damit wertvolle Biotopflächen degradiert.

Die Ergebnisse der vorgestellten Untersuchungen deuten daraufhin, dass dieser Eingriff auch den Wasserhaushalt der Standorte nachteilig verändern kann.

Ebenfalls kritisch zu bewerten sind Kabelgräben im Bereich subalpiner und alpiner Magerrasen und Zwergstrauchheiden.

Untersuchungen und ihre Ergebnisse

Inwiefern lassen sich nun diese möglichen Einflüsse der Beschneigung beobachten und belegen.

Vorstellen möchte ich hierzu drei eigene Untersuchungen, die sich mit diesem Thema befassen.

Die erste, abgeschlossene Studie vergleicht die Vegetation am Fellhorn 1985/86 und 1997.

Ergebnisse der Fellhornstudie

Die Fragestellung lautete, in welcher Weise hat sich die Vegetation im Skigebiet Fellhorn zwischen 1985/86 und 1997, also innerhalb von rund 10 Jahren verändert. Insbesondere sollte überprüft werden, ob charakteristische und naturschutzfachlich wertvolle Arten der naturnahen Pflanzengesellschaften im Pistenbereich durch die Nutzungen Pistenbetrieb und Beweidung in ihrem Bestand gefährdet sind, d.h. signifikant seltener werden.

Das zweite Schwerpunktthema war die Bewertung der Vegetationsentwicklung auf baulich veränderten Flächen hinsichtlich Stabilität, Deckungsgrad und Bedeutung für den Naturschutz. Im Bereich der beschneiten Talabfahrt zusätzlich unter dem Aspekt, in wieweit sich die beobachteten Veränderungen durch den Faktor Beschneigung erklären lassen.

Die Studie ist als Vorher-Nachher-Vergleich angelegt, die Wirkung einzelner Parameter können nicht getrennt analysiert werden.

Herausgegriffen wurden die Ergebnisse aus dem Untersuchungsabschnitt Talabfahrt. Hier wurde in diesem Zeitraum eine Niederdruck-Beschneiungsanlage installiert. Diese ist seit 1987 in Betrieb.

Die Studie vergleicht Vegetationsaufnahmen, die zu den beiden Untersuchungszeitpunkten in den gleichen Gesellschaften durchgeführt wurden. Die Aufnahmeflächen sind nahe beieinander gelegen, decken sich aber nicht.

Aufgenommen wurden auf der Talabfahrt in erster Linie planierte Abfahrtsflächen. Zusätzlich sind auch kleinere Quellmoorbiotope untersucht worden. Der geologische Untergrund ist überwiegend würmzeitliche Moräne. Größere Flächenabschnitte, insbesondere am Abfahrtsende liegen auch über kalkreichen Aptychen- und Hauptdolomitschichten.

Auf den Planierungsflächen der Talabfahrt waren folgende Entwicklungen zu beobachten (vgl. **Abbildung 1**, **Abbildung 2** und **Tabelle 1**).

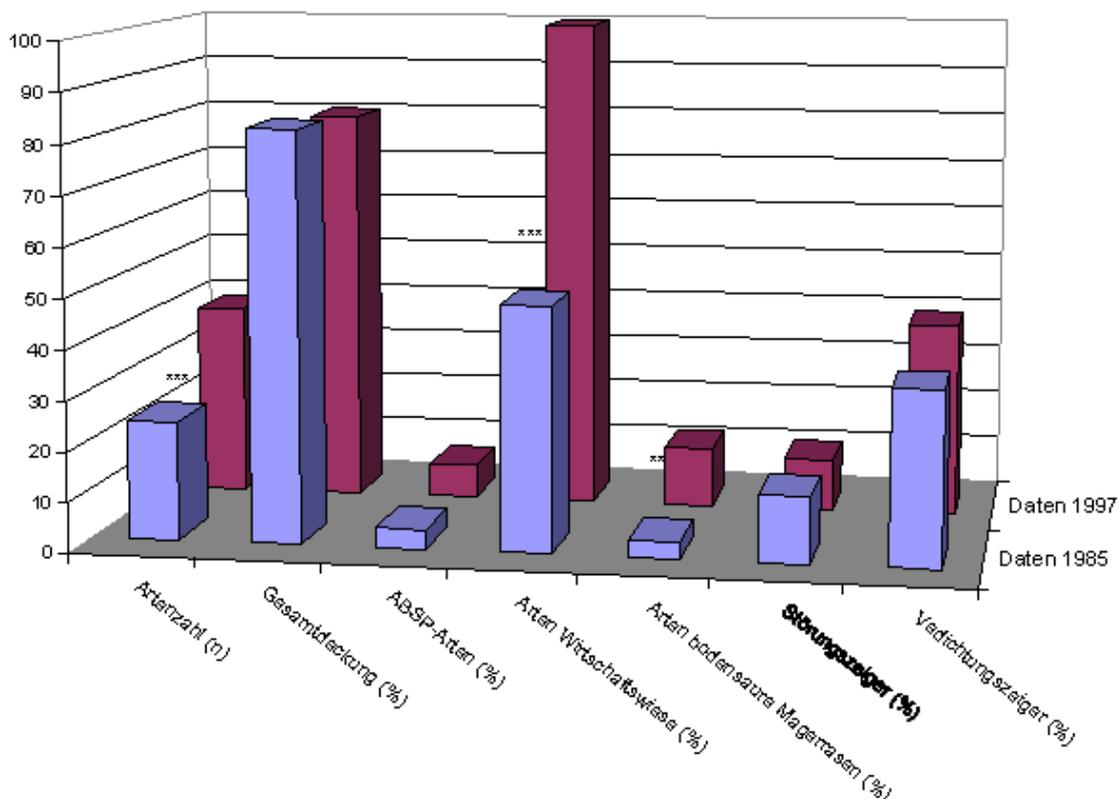


Abbildung 1: Grünlandgesellschaften auf der beschneiten Schlappold- und Faistenoy-Abfahrt; Entwicklung der Artenzahl, Deckungsgrade und Deckungsanteile verschiedener pflanzensoziologischer Artengruppen zwischen 1985 und 1997. Legende: ** = Mittelwertsunterschied signifikant mit $p \leq 0,05$; *** Mittelwertsunterschied signifikant mit $p \leq 0,01$.

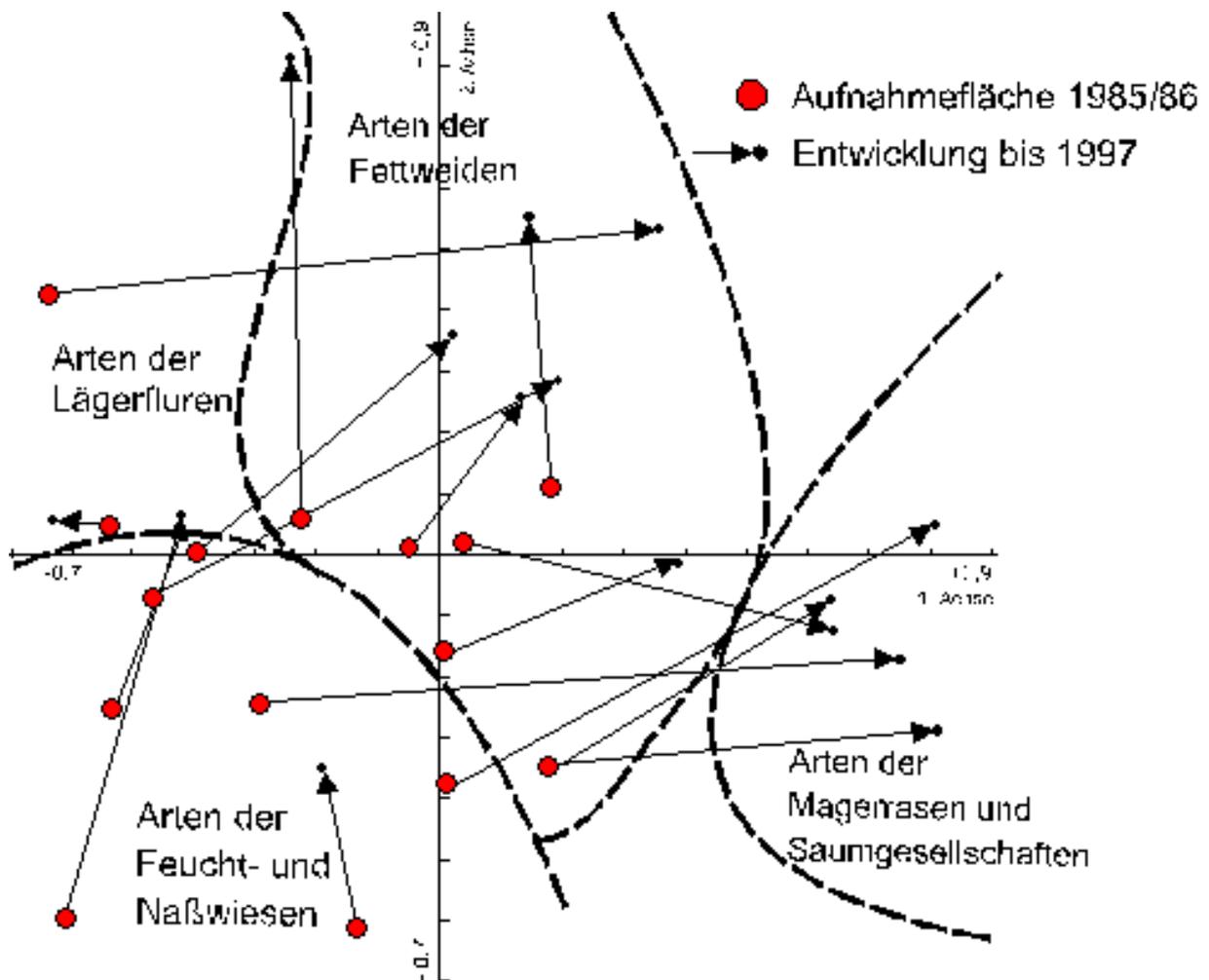


Abbildung 2: Ordinationsdiagramm der Vegetationsaufnahmen aus Grünlandgesellschaften der beschneiten Faistenoy- und Schlappold-Abfahrt

Daten	Aufnahmejahr		
	1985	1997	
mittlere Artenzahl	23,80	38,87	$p \leq 0,01$
mittlere Gesamtdeckung (in %)	82,33	80,33	
mittlere Deckung ABSP-Arten (in %)	3,90	6,82	
mittlere Deckung soziologischer Gruppen (in %)			
Aveno-Nardetum	1,32	0,07	
Seslerietea	4,90	6,93	
Poion alpinae	0,73	3,68	$p \leq 0,05$
Nardetalia	3,43	12,13	$p \leq 0,05$
Vaccinio-Rhododendretum ferr.	0,07	0,37	
Arrhenatheretea	48,17	96,37	$p \leq 0,01$
Agrostietea	5,48	4,18	
Molinietalia	11,63	13,72	
Tofieldietalia	1,78	5,55	
Artemisietea	5,98	3,18	
Plantaginetea	1,92	3,17	
mittlere Deckung Zeigerartengruppen			
Säurezeiger	0,27	1,18	
Kalkzeiger	18,60	24,62	
Magerkeitszeiger	7,13	19,08	$p \leq 0,05$
Stickstoffzeiger	12,60	19,12	
Schuttzeiger	0,20	0,63	
Verdichtungszeiger	34,92	39,32	
Zeiger humusarmer Böden	8,10	8,30	
Torf-, Rohhumuszeiger	1,05	0,73	
mittlere ungewichtete Zeigerwerte			
Stickstoffzahl	4,97	4,82	
Reaktionszahl	6,72	6,44	
Dispersitätszahl	4,24	4,23	
Humuszahl	3,29	3,24	

Tabelle 1: Grünlandgesellschaften auf der beschneiten Schlappold- und Faistenoy-Abfahrt; Vergleich der Artenzahl, Deckungsgrade, Deckungsanteile verschiedener Zeigerartengruppen sowie der mittleren ungewichteten Zeigerwerte

Die mechanischen Schäden sind deutlich zurückgegangen, die Schadensbelastung ist aber nach wie vor vorhanden. Dies wird zusätzlich durch die Beobachtung gestützt, dass Zeiger für Bodendörungen nicht seltener geworden sind.

Die Artenzahlen sind von Ø24 auf Ø39 (pro Aufnahme) gestiegen. Der Gesamtdeckungsgrad (in den Aufnahmeflächen) hat sich nicht verändert. Lücken entstehen überwiegend als Folge der Beweidung (Trittschäden).

Dominierende Artengruppe in allen Aufnahmen sind Arten der Wirtschaftswiesen (Kammgraswiese: *Cynosurion*). Daneben sind einige Charakterarten der bodensauren Magerrasen (Blutwurz [*Potentilla erecta*] oder Bleich-Segge (*Carex pallescens*)) häufiger geworden (Verschiebung in Richtung Magerrasen). Zusätzlich treten Arten der subalpinen Milchkrautwiesen, insbesondere in den höheren Lagen hinzu.

Eine signifikante Zunahme der Arten und ihrer Deckungsanteile ist insbesondere für die Arten aus den Gruppen der hochmontanen bis subalpinen Weiderasen zu finden (Verschiebung der Aufnahmen ins Zentrum dieser Artengruppe).

Naturschutzfachlich hochwertige Arten, das sind landkreisbedeutsame Arten des ABSP und/oder Arten der Roten Liste sind nur geringfügig häufiger geworden (kein signifikanter Anstieg).

Ebenfalls häufiger sind Tritt- und Verdichtungszeiger zu finden. Dass dies nicht nur eine Folge der Beweidung ist, zeigt die auffällige Häufung von Mittlerer Wegerich (*Plantago media*) am Abfahrtsende, das gemäht wird.

Die Entwicklung der Flachmoore deutet auf eine zunehmende Degradierung hin, da Stickstoff-, Bodenstörungszeiger und Arten der Wirtschaftswiesen und –weide signifikant mehr Gewicht gewonnen haben. Als Hauptursache dieser Entwicklung muss die Beweidung gesehen werden, da in allen aufgenommenen Gesellschaften eine hohe (Vieh-)trittbelastung zu erkennen ist (Daten in der **Tabelle 1** nicht wiedergegeben).

Die Entwicklung der baulich veränderten Flächen der Talabfahrt zeigt eine deutliche Stabilisierung der Begrünung und einen starken Trend der Sukzession in Richtung Wirtschaftsweidengesellschaften. Diese Entwicklung ist in erster Linie auf Pflegemaßnahmen und Sukzession zurückzuführen. Beschneidung unterstützt diese Entwicklung, ist aber nicht ursächlich dafür verantwortlich. Dies zeigt ein paralleler Trend auf allen anderen, nicht beschneiten Planierungsflächen im Gebiet. Im Vergleich ergibt sich, dass beschneite und intensiv gepflegte Planierungsflächen hinsichtlich ihres Artenreichtums deutlich schlechter abschneiden, als ungepflegte Planierungsflächen, auf denen nur eine natürliche Sukzession stattfindet. So hat in den höhern Lagen auf nicht beschneiten, planierten Abfahrten der Anteil der naturschutzfachlich hochwertigen Arten um rund ¼ zugenommen.

Zusammenfassend ist für diese planierten Flächen festzustellen, dass die Beschneidung als Standortfaktor hinter den Faktoren Pflegemaßnahmen (insbesondere Düngung), landwirtschaftliche Nutzung und natürliche Sukzession dieser sekundären, jungen Flächen zurücktritt. Ähnliches stellt auch Herr Narr in der Dauerbeobachtung der im Bereich der Schneeanlagen Kandahar in Garmisch fest.

Eine weitere Untersuchung am Fellhorn, schneidet das Thema ‚Beschneidung‘ nur am Rand an. Die Untersuchung ist als Erfolgskontrolle von Biotopmanagementmaßnahmen gedacht. Diese sollen der Erhaltung einer, im Allgäu seltenen, Windkantengesellschaft (*Arctostaphylo-Loiseleurietum*) im Randbereich der Piste dienen. Durch den Bau der neuen Möserbahn, zusätzlich wurde eine Beschneidungsanlage installiert, hat sich die Skinutzung in ihrem Umfeld erheblich intensiviert. Es wird nun auf dauerhaft markierten Transektflächen beobachtet, ob und wie die Gesellschaft hierauf reagiert. Gleichzeitig wird geprüft, ob die Biotopmanagementmaßnahmen, wie gezielte Beweidung, Absperrungen und Hinweisschilder im Winter, Vermeidung der Schneeverdriftung durch gezielte Beschneidung eine Erhaltung dieser Gesellschaft ermöglichen.

Die Beobachtungsfläche wurde 1999 eingerichtet. In diesem Jahr erfolgte die erste Wiederholungsaufnahme. Ein Ergebnis ist, dass Arten der Fettweiden hinzugekommen sind.

Diese wurden über die Einsaat³ in das Biotop eingebracht. Die spannende Frage in den nächsten Jahren wird sein, ob die längere Schneebedeckung am unteren Rand der beiden Transekte diesen Arten eine Überlebenschance gibt.

Erste Trends der Ofterschwanger Studie

Eine weitere Untersuchung wurde als Dauerbeobachtung im Skigebiet Ofterschwanger-Gunzesried angelegt. Sie erfasst die Vegetationsveränderungen, die sich nach der Einrichtung der Beschneigungsanlage ergeben. Diese Studie wird erst 2002 abgeschlossen. Hier möchte ich nur erste Trends, wie sie sich nach der diesjährigen Folgeaufnahme ergeben haben, vorstellen.

Zwei unterschiedliche Fragestellungen wurden bearbeitet: Auf 4 Transekten wird eine (mögliche) Veränderung des Artbestands in Biotopflächen dokumentiert. Zwei Flächen sind auf beschneiten, zwei auf vergleichbaren, nicht beschneiten Standorten angelegt. Falls sich erhebliche, nachteilige Veränderungen ergeben, sollen entsprechende Gegenmaßnahmen entwickelt werden..

Als erhebliche nachteilige Veränderungen werden hierbei, in Abhängigkeit mit dem Versuchsdesign, ein Rückgang der Kleinseggenried-Arten bzw. ihrer Deckung um 25% im Vergleich zu den Referenzflächen gewertet.

Gegenstand des ersten Teils dieser Untersuchung sind gemähte und beweidete Streuwiesen über Bunten Mergeln der Weißach-Schichten (Molasse) und wärmzeitlicher Moräne. Pflanzensoziologisch sind diese Gesellschaften als Pfeifengraswiese (Gentiano-Molinietum mit Kleinseggenriedfragmenten) [Flächen A1 und A2] und als Davallseggen-Flachmoor [Caricetum davallianae] [Fläche F1 und F2] zu fassen.

Die Anteile an Arten basenarmer Flachmoore deuten auf einen Standortchemismus, der zwischen den basenreichen typischen Davallseggen-Flachmooren und dem basenarmen Braunsseggen-Flachmoor liegt. Ein zusätzlicher Baseneintrag aus dem Beschneigungswasser sollte sich hier durch Mengenverschiebung zu Gunsten der Kalkflachmoorarten bemerkbar machen.

Eine weitere Transektfläche wurde zur Beobachtung der Regeneration mechanisch extrem belasteter Flächen eingerichtet. Diese Belastung sollte, nachdem die Flächen beschneit werden, entfallen. Ziel ist zu überprüfen, ob nun die Regeneration der Fläche, ein degradiertes Kalkflachmoor, einsetzt und welchen Verlauf die Entwicklung nimmt.

Diese fünfte Transektfläche liegt über kalkreicheren Piesenkopf-Schichten des Flysch. Die Gesellschaft dieser Fläche ist ein Pioniergesellschaft mit Fettweidearten, einem erheblichen Anteil Störungszeigern und einer Reihe von Arten der Kalkflachmoore, die die Herkunft dieser Gesellschaft belegen. Intakte Kalkflachmoore grenzen an diese Fläche an. Hier wurde mangels geeigneter Vergleichsfläche nur ein Transekt angelegt.

³ Dabei wurde sogenanntes Alpinsaatzgut mit u.a. Alpen-Rispengras [*Poa alpina*] eingesetzt.

Methodisch verwendet diese Untersuchung fest vermarkte Transekte, die aus jeweils 12 Einzelflächen á2m² Größe bestehen. Jede Fläche wird getrennt aufgenommen. Die Deckungsschätzung erfolgt nach der stark differenzierenden PFADENHAUER-Skala. Der Artbestand wird zu jeweils zwei Aufnahmetermenen, Anfang bis Mitte Juli auf der gemähten Fläche und Mitte bis Ende Juli auf den beweideten Flächen sowie Ende August bis Mitte September als zweitem Aufnahmezeitpunkt (Aspekt mit Feldenzian), erhoben.

Die Erstaufnahme erfolgte 1997 vor Inbetriebnahme der Beschneigung, eine Folgeaufnahme wurde in diesem Jahr durchgeführt.

Ergebnisse der Fläche A:

Die Eckdaten der Entwicklung auf beiden Flächen sind in der **Tabelle 2** (Fläche A1) und der **Tabelle 3** (Fläche A2) wiedergegeben. Signifikante ($p \leq 0,05$) Mittelwertsunterschiede (t-Test) sind grau hinterlegt.

Die Flächen A1 und A2 werden beweidet. Beide liegen im Hauptpistensystem, A1 wird beschneit, A2 nicht. Dementsprechend musste beispielsweise im Frühjahr 2000 die Fläche A2 im Februar einige Zeit aus der Nutzung genommen werden, da nicht genügend Schnee vorhanden war. Nachdem Ausapern (Mai) war A1 deutlich brauner und strohiger, was auf eine Verzögerung der Vegetationsperiode um 1 bis 2 Wochen hindeutete.

Daten	Aufnahmejahr		
	1997	2000	
mittlere Artenzahl	25,8	27,9	
mittlere Deckung ABSP-Arten (in dm ²)	49,7	47,4	
mittlere Deckung soziologischer Gruppen (in dm ²)			
Molinietalia (Streu- und Nasswiesen)	160,9	152,5	
Arrhenatheretalia (Fettwiesen, -weiden)	93,1	62,2	$p \leq 0,05$
Caricietalia fuscae (Braunseggenmoore)	51,7	24,1	$p \leq 0,05$
Tofieldietalia (Kalkflachmoore)	9,2	13	$p \leq 0,05$
Störungszeiger	1,2	0,7	
mittlere ungewichtete Zeigerwerte			
Stickstoffzahl	3,1	3,2	
Reaktionszahl	5,8	6,2	$p \leq 0,01$
Feuchtezahl	6,9	7,2	$p \leq 0,05$

Tabelle 2: Testfläche A1; Streuwiese auf der beschneiten Familienabfahrt Gunzesried (Skigebiet Ofterschwang-Gunzesried); Vergleich der Artenzahl, Deckungsgrade, Deckungsanteile verschiedener Artengruppen sowie der mittleren ungewichteten Zeigerwerte in den einzelnen Teilflächen

Daten	Aufnahmejahr		
	1997	2000	
mittlere Artenzahl	27,0	31,5	p= 0,06
mittlere Deckung ABSP-Arten (in dm ²)	35,3	49,1	P = 0,08
mittlere Deckung soziologischer Gruppen (in dm ²)			
Molinietalia (Streu- und Nasswiesen)	153,3	117,0	p ≤ 0,01
Arrhenatheretalia (Fettwiesen, -weiden)	143,2	119,4	
Caricetalia fuscae (Braunseggenmoore)	47,3	26,3	p ≤ 0,05
Tofieldietalia (Kalkflachmoore)	27,6	37,5	
Störungszeiger	0,0	0,1	
mittlere ungewichtete Zeigerwerte			
Stickstoffzahl	3,0	3,0	
Reaktionszahl	5,8	6,1	p ≤ 0,01
Feuchtezahl	6,8	7,2	p ≤ 0,05

Tabelle 3: Testfläche A2; Streuwiese auf der unbeschnitten Familienabfahrt Gunzesried (Ski-gebiet Ofterschwang-Gunzesried); Vergleich der Artenzahl, Deckungsanteile verschiedener Artengruppen sowie der mittleren ungewichteten Zeigerwerte in den einzelnen Teilflächen

In der beschneiten Fläche A1 wurden zu beiden Aufnahmezeitpunkten 65 Arten gefunden, 53 Arten zum ersten Termin, 60 Arten zum zweiten Termin. Die Mehrzahl der Arten, die neu hinzugekommen bzw. verschwunden sind, sind nur mit minimaler Deckung in einer Fläche aufgetreten. Auffällig ist einzig, dass das Sumpf-Läusekraut [*Pedicularis palustris*] aus den nassen Mulden der ersten drei Transektflächen verschwunden ist und hier das Sumpf-Weidenröschen (*Epilobium palustre*), das als Störungszeiger zu werten ist, auftritt. Die durchschnittlichen Artenzahlen zu beiden Aufnahmetermen (25,8 bzw. 27,9) unterscheiden sich aber nicht signifikant.

Die Deckung der Braunseggenmoor- (*Caricetalia fuscae*) und der Fettweidearten (*Arrhenatheretalia*) ist signifikant zurückgegangen,

Kalkflachmoorarten (*Tofieldietalia*) haben sich ausgebreitet.

Die mittlere Feuchte- und Reaktionszahl der Aufnahmen hat signifikant zugenommen, d.h. Indikatoren feuchter und basen-/kalkreicher Standorte (s.o.) sind häufiger.

Eine Veränderung naturschutzfachlich bedeutsamer Arten ist nicht zu beobachten.

Grundsätzlich scheinen diese Trends die prognostizierten Folgen der Beschneigung rasch zu bestätigen.

Interessanterweise ist ein teilweise paralleler Trend auch in der Vergleichsfläche zu finden:

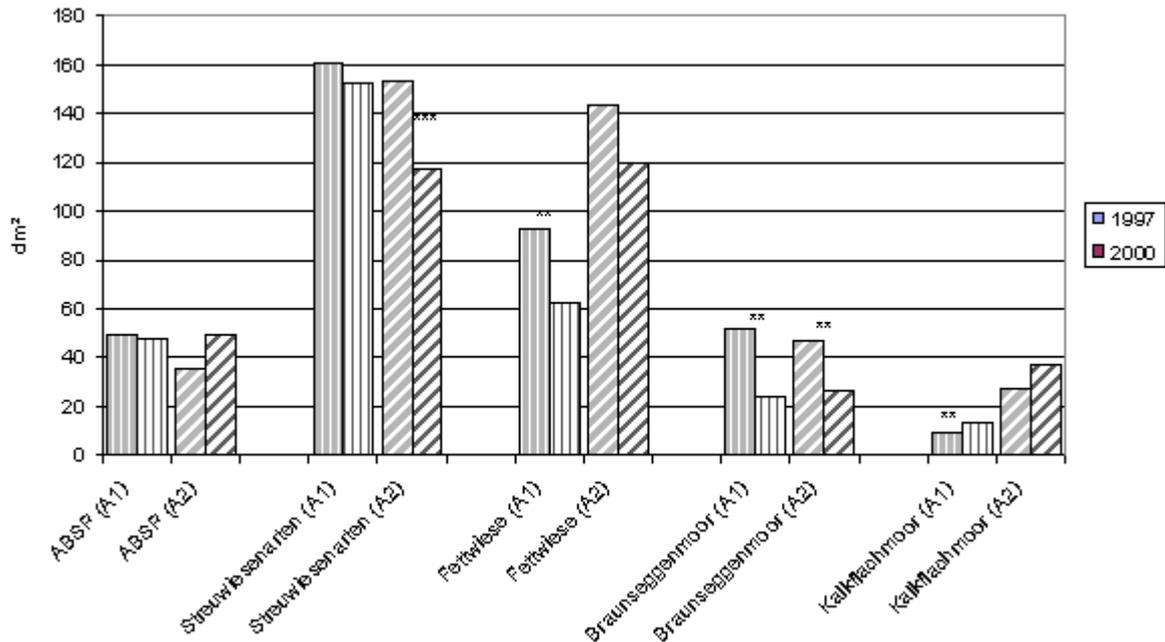


Abbildung 3: Monitoring Ofterschwang-Gunzesried: Testflächen A1 (beschneit), A2 (nicht beschneit); Vergleich der Entwicklung von Deckungsanteile verschiedener soziologischer Artengruppen in den beiden Flächen. Legende: ** = Mittelwertsunterschied signifikant mit $p \leq 0,05$; *** Mittelwertsunterschied signifikant mit $p \leq 0,01$.

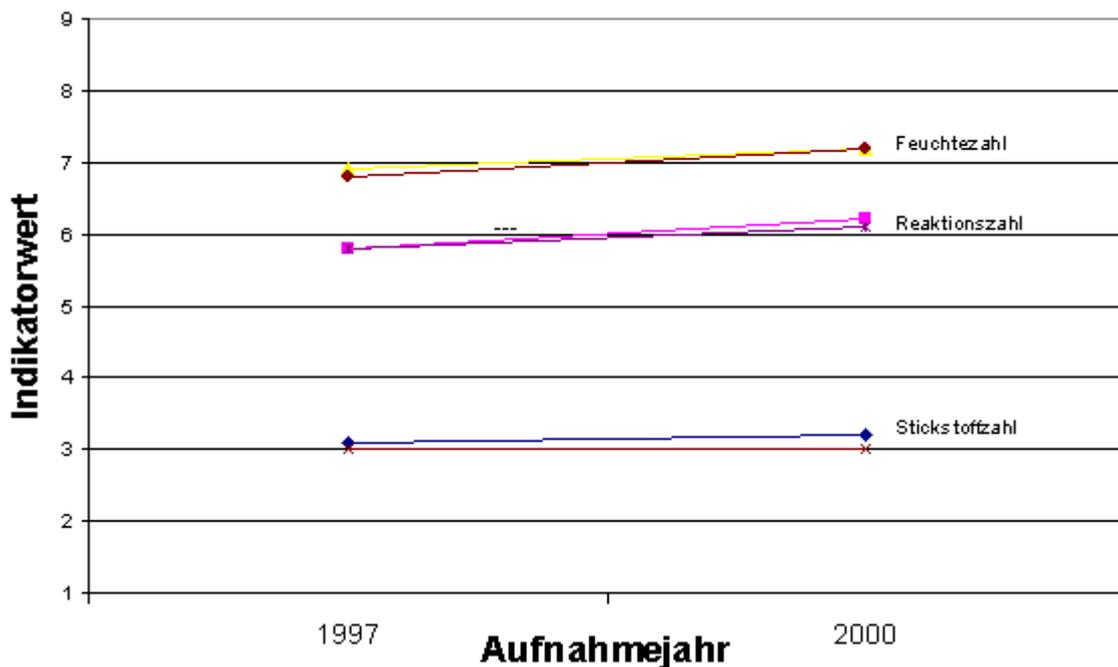


Abbildung 4: Monitoring Ofterschwang-Gunzesried: Testflächen A1 (beschneit), A2 (nicht beschneit); Veränderung der mittleren Zeigerwerte in den beiden Flächen. Legende: ** = Mittelwertsunterschied signifikant mit $p \leq 0,05$; *** Mittelwertsunterschied signifikant mit $p \leq 0,01$.

Feuchte- und Reaktionszahl sind signifikant gestiegen.

Die Deckung der Braunseggenmoorarten ist zurückgegangen. Daneben haben aber auch die Streuwiesenarten haben signifikant abgenommen.

Die Verschiebung des Artbestands ist ähnlich gering, wie in der Parallelfäche. Allerdings stieg die durchschnittliche Artenzahl (schwach signifikant) von 27 auf 31,5. Insgesamt sind in diesem Transekt 72 Arten, 1997 wurden davon 57, 2000 65 gefunden.. Auffällig ist, dass ebenfalls das Sumpf-Weidenröschen (*Epilobium palustre*) neu hinzukommt.

Der Zuwachs der ABSP-Arten ist schwach signifikant

Ergebnisse F:

Die Fläche F werden einmal im Juli gemäht. Die beschneite F1 liegt im Pistensystem, F2 liegt oberhalb in einer intensiv befahrene Variante, die Fläche wird allerdings nicht präpariert.

Eine statistische Auswertung der Daten konnte bislang noch nicht durchgeführt werden.

In F1 wurden insgesamt 88 Arten (ohne Moose) gefunden, 78 1997 und 76 2000. Der Vergleich der beiden Vegetationstabellen zeigt aber in der beschneiten Fläche ein erkennbarer Rückgang der Flachmoorarten (beispielsweise Breitblättriges Wollgras [*Eriophorum latifolium*] und eine Zunahme von Arten der Streuwiesen, so ist insbesondere die Deckung vom Pfeifengras (*Molinia caerulea*) und Deckung und Frequenz vom Borstgras [*Nardus stricta*] gestiegen. Insgesamt wirkte diese Fläche auch bei der Aufnahme deutlich trockener, als 1997.

In der Vergleichsfläche ist dies nicht zu erkennen. Hier sind parallel zur Entwicklung im Transekt A Kalkflachmoor- und Streuwiesenarten häufiger, Braunseggenmoorarten und Arten der Wirtschaftswiesen seltener geworden.

Als vorläufige Arbeitshypothese werden die beobachteten Veränderungen in den Transekten A1, A2 und F2 auf natürliche Populationsschwankungen zurückgeführt, Diese können möglicherweise mit den letzten zwei feuchten Sommern korreliert sein.

Die Veränderungen in der Fläche F1 wird eine Reaktion auf den Bau des Leitungsgrabens interpretiert. Dieser verläuft in unmittelbarer Nachbarschaft oberhalb des Transekts. Möglicherweise leitet dieser Graben das Hangwasser, ähnlich wie ein Drainage ab. Sollte sich diese Austrocknung der Fläche in der Wiederholungsaufnahme bestätigen, würde dies ein Indiz dafür sein, dass der Bau einer Beschneigungsanlage insbesondere im Bereich von Moorgesellschaften erhebliche negative Auswirkungen zeigt.

Ergebnisse E:

Durch einen neu angelegten Drainagegraben wurden 8 der 12 Teilflächen des zerstört. Eine erkennbare Vegetationsentwicklung hat seit 1997 nicht stattgefunden.

Offene Fragen

Methodische Schwierigkeiten

Der Vortrag soll, so auch die Anforderung eines Zuhörers, sich auch mit den methodischen Problemen des Nachweises von Vegetationsveränderungen befassen. Hierzu einige Stichworte:

Fehlen von geeigneten Vergleichsflächen: Ein statistisch abgesicherter Nachweis, dass technische Beschneigung die Vegetation beeinflusst, verlangt den Vergleich mit einer Nullprobe, d.h. eine identische Fläche, die nicht beschneit wird. Echte Nullproben gibt es bei ökologischen Felduntersuchungen nach meiner Erfahrung nicht: Unterschiede in der Nutzung(sintensität), in den Standortverhältnissen, im Artenspektrum sind immer vorhanden.

Probeflächen unterliegen einer **Vielfalt unterschiedlicher Nutzungen und Einflüsse:** Begrünung, landwirtschaftliche Nutzung ... Der Einfluss der Beschneigung ist vor diesem Hintergrund schwer zu dokumentieren, insbesondere auch dann, wenn Nutzungsänderungen oder neue Eingriffe erfolgen. Mit solchen ist in den intensiv genutzten Ski-gebieten laufend zu rechnen (vgl. das „Schicksal„ der Transektfläche E in Of-terschwang-Gunzesried). Insbesondere Wartung und Reparatur der Beschneigungsleitungen können fortgesetzt zu neuen Geländeingriffen führen.

Methodisch kranken alle mir bekannten Untersuchungen daran, dass aus Kostengründen mit zu **geringer Stichprobenanzahl** gearbeitet wird. Eine statistische Absicherung der Ergebnisse ist in der Regel nicht möglich. So beziehen sich die statistischen Aussagen der hier vorgestellten Daten ebenfalls nur auf die Probefläche, nicht auf die Grundgesamtheit!

Dauerbeobachtung leidet auch immer unter zufälligen **Aufnahmefehlern:** Fehlinterpretation einer Art, Übersehen einer Art, fehlerhafte Schätzung des Deckungsgrades, Unterschiedliche Aufnahmezeitpunkte in Abhängigkeit von der Vegetationsentwicklung.

Inhaltliche Schwierigkeiten

Beschneigung beeinflusst in erster Linie die **Konkurrenzverhältnisse**, d.h. Veränderungen werden vermutlich erst nach einem längeren Zeitraum (10 bis 20 Jahre) sichtbar. Gerade bei langsamen Entwicklungen wird es schwierig sein, diese gegen **andere schleichend wirkende Einflüsse**, durch Klimaänderung, Stickstoffeintrag aus der Luft etc. anzugrenzen.

Die **Bewertungskriterien** müssen definiert und Schwellen für **erhebliche Veränderungen** festgelegt werden.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse aller vegetationskundlichen Untersuchungen bislang zeigen, dass Beschneigung tendenziell positiv auf die Vegetation wirkt, – wenn sie aus der Sicht des Bauern betrachtet wird. Gewisse Ertragseinbußen bringen die Vereisung und die damit verbundene Fäulnis sowie die verzögerte Ausaperung.

Technische Beschneigung schützt sicher lokal vor mechanischen Schäden. Allerdings zu dem Preis, dass der wichtige Standortfaktor ‚Schneedeckendauer‘ nivelliert wird und dass in sauren und nährstoffarmen Standorten zusätzliche Stoffeinträge erfolgen.

Zieht man nochmals das Beispiel ‚Windkantengesellschaften‘ heran, so ergibt sich ein paradoxes Problem: Mangels Schneeschutz unter den Gleisketten der Pistenraupen zerrieben oder mit Schnee zu Tode geschützt werden. Was ist besser?

Insgesamt sehe ich eine negative Tendenz in der Beschneigung, da sie den allgemein zu beobachtende Trend unterstützt, dass extreme Standorte verschwinden und eine Nivellierung der Vegetation stattfindet. Diese Veränderungen erfolgen sicher nicht schlagartig, katastrophal, sondern schleichend. Augenfällige Auswirkungen werden vermutlich erst in 10 Jahren zu erkennen sein.

In der Diskussion unterschätzt werden bislang die Auswirkungen, die der Bau einer Beschneigungsanlage durch die Kabelgräben und andere Infrastruktureinrichtungen hat. Hier treten direkt Biotopverluste auf und wie die Untersuchungen vermuten lassen, beeinflussen die Gräben auch das Umfeld.

Übereinstimmung herrscht darin, dass hochempfindliche und seltene Pflanzengesellschaften wie Windkantengesellschaften und basenarme Moore belastet werden. Allerdings machen diese Gesellschaften flächenmäßig nur einen geringen Anteil an der beschneiten Pistenfläche aus. Im Gros der (bayerischen) Skigebiete ist das Konfliktpotential gering. In einigen Fällen treffen aber hochwertigste Biotopausstattung und intensivste Skinutzung – das markanteste Beispiel ist das Fellhorn – aufeinander.

Landschaftspflegerischer Begleitplan beim Bau von Beschneiungsanlagen

Erfahrungen aus der Planung und Bau-Betreuung
verschiedener Projekte in den Landkreisen Ober- und Ostallgäu
in den Jahren 1995 – 2000

Dipl. Geograph Thomas Dietmann

Aufbau des Referats

- Aufgabenstellung
- Eingriffe beim Bau von Beschneiungsanlagen
- Minimierungserfordernisse
- Analyse und Bewertung
- Ausgleich und Ersatz
- Was bewirkt der LBP?
- **Ökologische Bauleitung**

LBP Beschneigungsanlagen

- Aufgabenstellung
- Ermitteln und Bewerten der Planungsgrundlagen
 - ◆ Bestandsaufnahme
 - ◆ Bestandsbewertung
- Konfliktanalyse
- Minimierung
- Optimierter Lösungsweg
- Abstimmung
- Planerstellung



3. Vegetation





Speicherteich

- Meist UVP-Verfahren notwendig
 - ◆ Hoher Flächenverbrauch
 - ◆ Beeinträchtigung Landschaftsbild
 - ◆ Ausgleich/Ersatz schwierig
- Betrieb und Bewirtschaftung
 - ◆ Reinigung
 - ◆ Sicherheit

Beschneigungsanlagen - Baubedingte Eingriffe

- Verlegung der Rohrleitungen
- Einbau der Zapfstellen
- Bewegung der Baumaschinen im Gelände
- Zwischenlagerung des Aushubs
- Lagerung und Transport von Baumaterialien





Optimierte Trassenwahl

- Verschiebung der Rohrleitungstrassen zur Schonung empfindlicher Pflanzengesellschaften in weniger empfindliche Bereiche (Veränderung gegenüber der technisch optimalen Variante).
- Abstimmung der Lage der Zapfstellen mit wildbiologischen Erfordernissen (Störwirkung).



Auswahl geeigneter Baumaschinen zur Vermeidung von Bodenschäden

- Geländegängige Baumaschinen wie z.B. Schreitbagger
- Leichte Baufahrzeuge



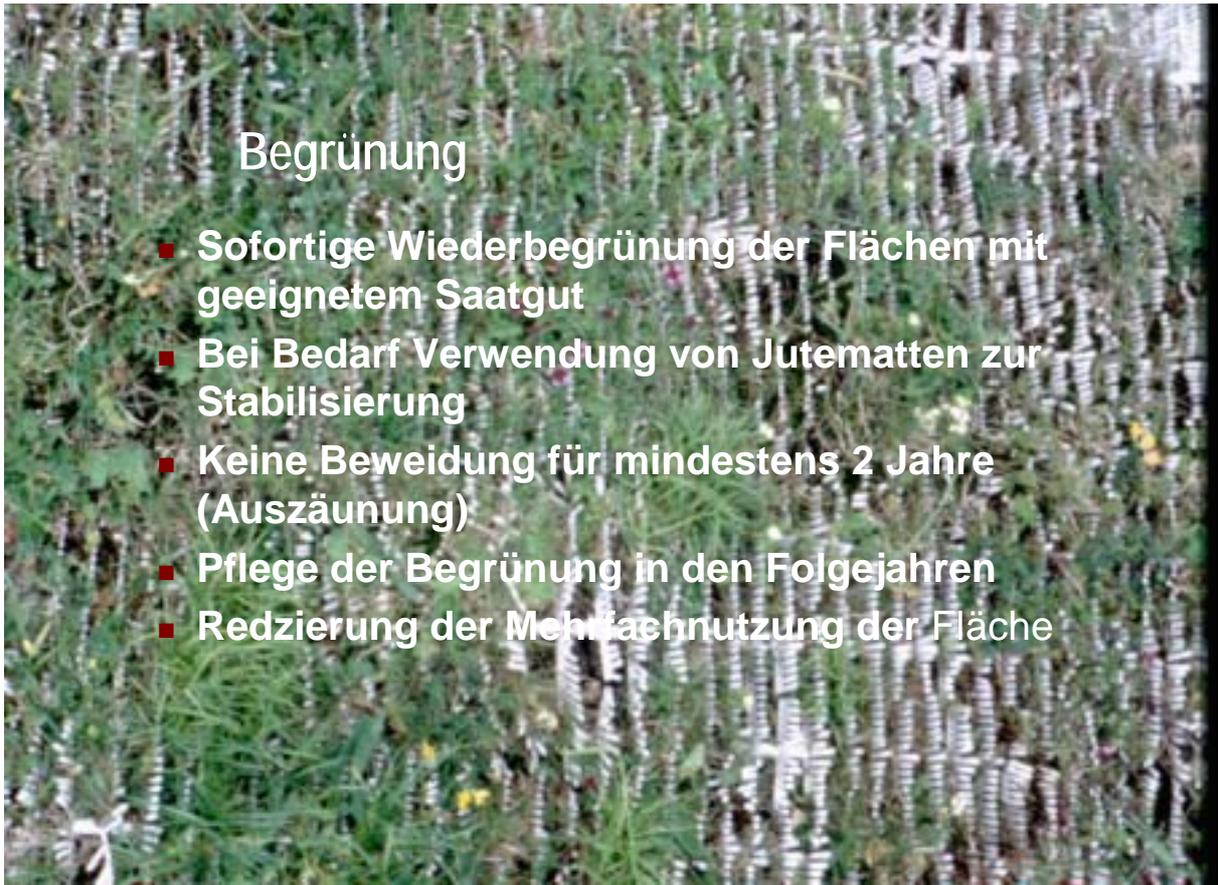
Festlegung der Flächen für die Zwischenlagerung von Baumaterialien und Erdaushub

- Zwischenlagerung auf Vlies (Geotextil) in empfindlichen Bereichen.
- Kennzeichnung und Absperrung empfindlicher Flächen.



Lagegerechter Wiedereinbau des Aushubs und der zwischengelagerten Rasensoden





Vermeidung/Verminderung - Ausgleich

- Für nicht vermeidbare bzw. minderbare Eingriffe müssen im landschaftspflegerischen Begleitplan Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen erarbeitet werden.

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen - Ziel

- Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts
- Wiederherstellung der Qualität des Landschaftsbildes
- Ausgleich i.w. für bauliche und teilweise betriebsbedingte Eingriffe möglich, jedoch nicht für die eigentliche Beschneidung der Flächen.

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen - Beispiele

- Reduzierung der Mehrfachnutzung beschneiter Flächen
- Bewirtschaftungswechsel (z.B. von Weide zu Mahd)
- Aufwertung oder Neuschaffung von Biotopstrukturen
- Abbau von Belastungen des Landschaftsbildes im Plangebiet
- Pistenmanagement

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen - Realisierbarkeit

Wichtig bei der Erarbeitung von A+E-Maßnahmen ist von Beginn an die Berücksichtigung der Durchführbarkeit:

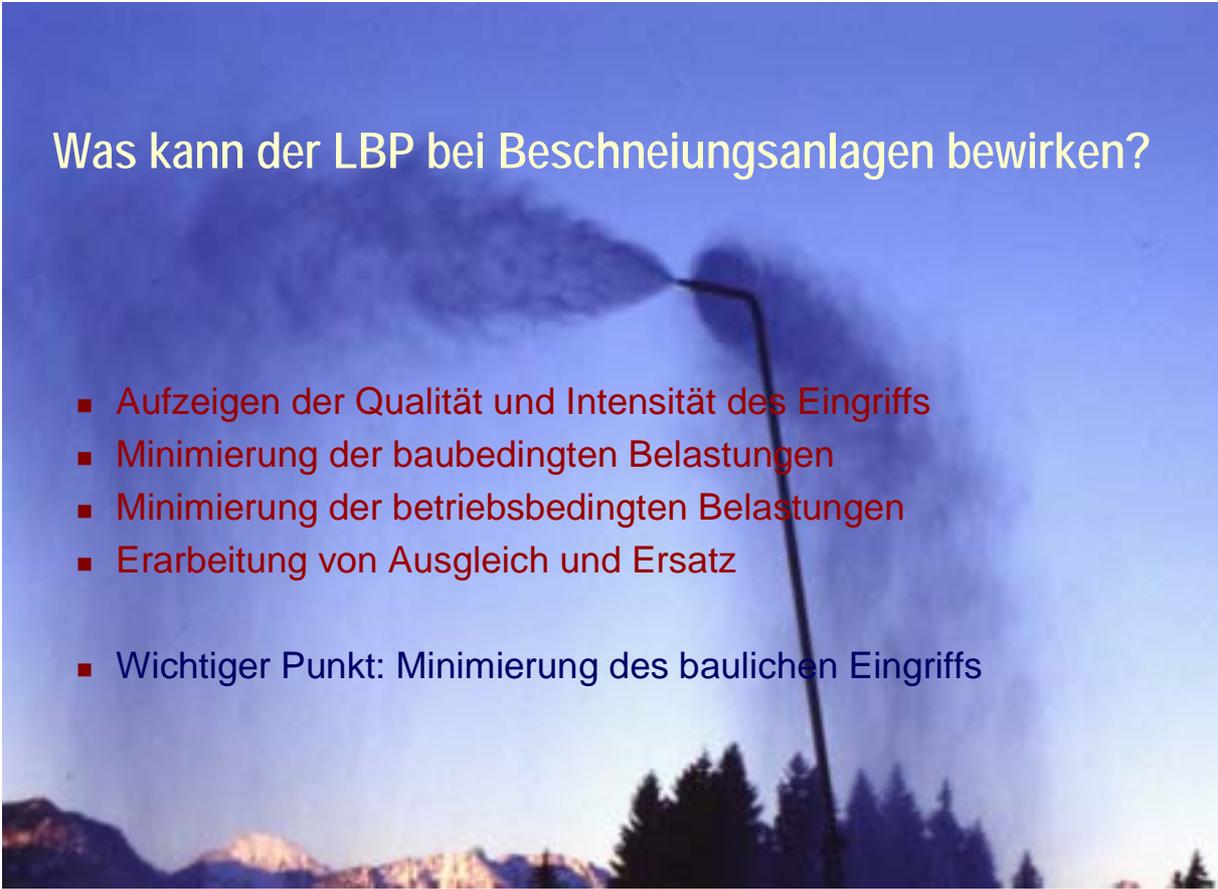
Auch die qualitativ beste Maßnahme nützt nichts, wenn sie nicht durchführbar ist!

- Verfügbarkeit des Grundstücks klären und ggf. rechtliche Sicherung anstreben (Grundbucheintrag).
- Bereitschaft der Betroffenen abfragen.
- Sinn und Zweck der Maßnahme erläutern.
- Verbindlichen Zeitplan erarbeiten.
- Umsetzung verfolgen.



Nicht im LBP abschließend behandelbare Fragen sind:

- Fragen zum Energieverbrauch
- Attraktivitätssteigerungen und deren Auswirkungen
 - ◆ Stärkere Frequentierung des Skigebiets
 - ◆ Veränderte Verkehrsströme
- Generell alle Auswirkungen, die außerhalb des Eingriffsraumes wirksam werden.



Was kann der LBP bei Beschneiungsanlagen bewirken?

- Aufzeigen der Qualität und Intensität des Eingriffs
- Minimierung der baubedingten Belastungen
- Minimierung der betriebsbedingten Belastungen
- Erarbeitung von Ausgleich und Ersatz

- Wichtiger Punkt: Minimierung des baulichen Eingriffs

Ökologische Bauleitung

Zu beachten sind die Besonderheiten von Bauvorhaben in alpinem Gelände: kurze Bauzeiten, lange Anfahrten, Steilheit usw.

Wichtige Punkte sind:

- Mitwirkung bei der Bau-Ausschreibung.
- Baueinweisung mit der durchführenden Firma. Dabei Anwesenheit eines Vertreters des Bauherrn und der Unteren Naturschutzbehörde.
- Verantwortlicher Ansprechpartner bei der Baufirma.
- Präsenz vor Ort im Gelände, Teilnahme an Baubesprechungen (jour fix).
- Persönlicher Kontakt, ggf. Erklären von Zusammenhängen.
- Markierung des Trassenverlaufs, Absperrung und Markierung empfindlicher Flächen.
- Bereitschaft Planabweichungen zu akzeptieren, ggf. ad-hoc-Entscheidungen zu treffen.
- Verantwortlichen Vertreter der Unteren Naturschutzbehörde regelmäßig auch vor Ort informieren.

Fazit

- Bau und Betrieb von Beschneiungsanlagen ist und bleibt ein Eingriff in den Naturhaushalt.
- Die baubedingten Auswirkungen können durch einen landschaftspflegerischen Begleitplan i.w. minimiert werden.
- Zur Abschätzung der Langzeitfolgen ist eine faunistische und vegetationskundliche Dauerbeobachtung erforderlich.

Referenten

Bayer. Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Hans-Georg Brandes

Tel.: (0821) 90 71 - 51 00
Fax: (0821) 90 71 - 56 21
e-mail: hansgeorg.brandes@lfu.bayern.de

Gernot Lutz

Tel.: (0821) 90 71 - 50 83
Fax: (0821) 90 71 - 56 21
e-mail: gernot.lutz@lfu.bayern.de

Bayer. Staatsministerium für Landes-
entwicklung und Umweltfragen
Rosenkavalierplatz 2
81925 München

Matthias Roder

Tel.: (089) 92 14 -43 09
Fax: (089) 92 14 - 43 02
e-mail: matthias.roder@stmlu.bayern.de

Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft
Lazarettstraße 67
80636 München

Hr. Loipersberger

Tel.: (089) 92 14 - 10 42
Fax: (089) 92 14 - 10 41
e-mail: anton.loipersberger@lfw.bayern.de

Arbeitsgruppe für Landnutzungsplanung
und Naturschutz
Institut für ökologische Forschung
St.-Andrä-Straße 8
82398 Etting - Polling

Dr. Dr. habil. Ulrike Probstl
Freie Landschaftsarchitektin BDLA

Tel.: (08802) 910 91
Fax: (08802) 910 92
e-mail: office@agl-proebstl.de

Fellhornbahn GmbH
Faistenoy 10
87561 Oberstdorf

Augustin Kröll

Tel.: (08322) 96 00-11
Fax: (08322) 96 00-60

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Straße 11
82152 Planegg

Dr.-Ing. Klaus R. Fritz

Tel.: (089) 85 602 - 179
Fax: (089) 85 602 - 111
e-mail: fz@mbbm.de

Albin Zeitler, Mag./Wildbiologe (CWB)
Rothenfelsstraße 7
87509 Immenstadt

Tel.: (08323) 39 14
Fax: (08323) 96 72 52
e-mail: albinzeitler.wildbiologie@hotmail.com

Büro für Projektplanung und Vegetations-
kunde
Ignaz-Kögler-Straße 1
86899 Landsberg a. Lech

Dipl.-Biol. Ulrich Kohler

Tel.: (08191) 94 21 69
Fax: (08191) 94 25 92
e-mail: ukohler@initnetworks.de

Dipl.-Geograph Thomas Dietmann
Ludwig-Glötzle-Straße 2
87509 Immenstadt

Tel.: (08323) 87 13
Fax: (08323) 87 15
e-mail: thomas.dietmann@allgaeu.org