

Vegetationsveränderungen und Florenverlust auf Skipisten in den bayerischen Alpen

von *Thomas Schauer*

Vorwort des Vereins zum Schutz der Bergwelt

Während der 60er und Anfang der 70er Jahre wurde im bayerischen Alpenraum eine beträchtliche Zahl von Skipisten neu erstellt bzw. den gesteigerten Bedürfnissen entsprechend ausgebaut. Dafür mußten erhebliche Waldflächen geopfert werden, deren größter Teil auf den oberbayerischen Alpen- und Voralpenbereich und hier wiederum auf den staatlichen Waldbesitz entfiel.

Anstelle der stabilen Waldflächen entstanden waldfreie Flächen, die durch Oberflächenabfluß, Bodenerosion und Rutschungen erheblich gefährdet sind.

Trotz gegenüber den „Pionierzeiten“ des Skipistenbaues alsbald verbesserter Planungs- und Ausbaumethoden — genannt seien hier: die Durchführung von Raumordnungsverfahren, der Einsatz mit der Aufgabe betrauter Ingenieur-Büros, die Einschaltung aller zuständigen Fachbehörden und

schließlich die Anwendung neuzeitlicher Rekultivierungsmaßnahmen — wurden Zweifel laut, ob all dies im Ergebnis als ausreichend im Sinne des Naturschutzes und der Landeskultur angesehen werden könne.

Die Oberforstdirektion München hat deshalb 1978 an das Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft die Bitte gerichtet, sich insbesondere der landeskulturellen Probleme anzunehmen und eine entsprechende Untersuchung durchzuführen. Deren Ergebnis wird nachstehend mit freundlicher Genehmigung des Auftraggebers veröffentlicht.

Der Verein zum Schutz der Bergwelt zieht daraus den Schluß, daß künftig beim Neu- bzw. Ausbau von Skipisten größte Zurückhaltung zu üben ist. Vordringliche Aufgabe muß die Sanierung der vorhandenen Skiabfahrten sein.

Dr. Jobst

Zahlreiche Skipisten wurden in den vergangenen Jahren neu angelegt und bestehende erweitert; ein Ende weiterer Erschließungen von Skigebieten ist noch nicht abzusehen. Häufig sind diese Maßnahmen von großflächigen Erdbewegungen und damit Zerstörungen der ursprünglichen Pflanzendecke begleitet. Ansaat dieser Pistenflächen wird zur Auflage gemacht. Der Erfolg dieser Wiederbegrünungsmaßnahmen bleibt jedoch in den meisten Fällen aus, da sich — wie diese Untersuchung zeigt — ein aus vegetationskundlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht artenreicher und funktionsfähiger Rasen in absehbarer Zeit nicht entwickelt. Vielmehr entsteht an den angesäten Pistenflächen eine lückige und schütterere Vegetationsdecke. Sie besteht überwiegend aus im Handel erhältlichen, nicht standorthemischen Gras- und Kleearten, zu denen sich noch einige Ackerunkräuter, Ruderal- und Pionierpflanzen gesellen. Noch bevor sich die Rasendecke zu schließen beginnt, setzt der Skibetrieb ein. Neben Veränderungen der Pflanzenzusammensetzung

und Verlust an über 160 Arten der ursprünglich vorhandenen alpinen und subalpinen Vegetation sind bei Starkregen hoher Oberflächenabfluß, Bodenabtrag und Rinnenerosion die Konsequenzen. Zu der Verdichtung des Bodens und der Veränderung der Bodenstruktur und damit Verminderung des Wasserspeichervermögens auf Skipisten mit natürlichen oder naturnahen Rasengesellschaften kommt in den Ansaatflächen als entscheidender Faktor noch die Einbuße an oberirdischer und vor allem an unterirdischer Biomasse hinzu. Die Wurzelmasse ist in natürlichen Rasen- und Zwergstrauchgesellschaften sechs- bis zehnmal größer als die in künstlich eingebrachten, mehrjährigen Ansaaten. Umgekehrt sind auf diesen rekultivierten Flächen der Oberflächenabfluß bis zu vierzehnmal und der Bodenabtrag bis zu dreißigmal höher. Wiederbegrünungen auf planierten Skiabfahrten stellen nur einen optischen Ersatz für die zerstörte ursprüngliche Vegetation dar; sie übernehmen jedoch nicht deren Schutzfunktion.

1. Ausgangssituation

Das Relief und die Morphologie des oberbayerischen Alpenraumes, der in dieser Untersuchung vorrangig angesprochen werden soll, ist für den Massenskilauf nur bedingt geeignet. Zwischen schroffen Felshängen zwängen sich schmale und meist sehr steile Hangabschnitte, die als Skiabfahrten für den Durchschnittsfahrer wenig geeignet sind und zudem nur wenig Aufnahmekapazität an skifahrerreichen Wochenenden besitzen. Die Nachfrage nach nahe gelegenen Skigebieten aus dem benachbarten Ballungsraum München ist groß. Dies führte in den letzten 20 Jahren zu einer enormen Ausweitung bestehender Skigebiete und Erschließung von neuen Skigebieten, wobei in vielen Fällen weder die skifahrerische Eignung noch die Belastbarkeit der Landschaft und die Folgen für das betroffene Gebiet näher untersucht wurden.

Der große Ansturm von Skifahrern erforderte schon aus Sicherheitsgründen entsprechend dimensionierte Pistenflächen (s. Friedl, 1969, Spiess, 1969), die meistens nur mit größter Umgestaltung der Berglandschaft in Form von Kahlhieb, Erdbewegungen, Hangabschnitten und Felssprengungen zu schaffen waren.

Landschaftsschonende Bauweise und ordnungsgemäße Wiederbegrünung nach der Bauzeit werden zwar zur Auflage gemacht, die tatsächliche Ausführung ist jedoch nur schwer lenkbar und das häufige Endergebnis sind Landschaftsschäden und Zerstörung der ursprünglichen Flora und Fauna.

Die Wiederbegrünung von planierten Pisten und anderen durch den Baubetrieb der ursprünglichen Vegetationsdecke beraubten Flächen durch Rasensaat in verschiedenen Verfahren ist heute fast zur Routine geworden. Vielfach wird, besonders von den Liftunternehmern und Pistenbauern behauptet, daß die Eingriffe nur geringfügig sind und daß sie nach der Bauzeit für den Naturhaushalt und für die Vegetation keine Schäden und Verluste bringen. Die planierten Flächen sollen durch Ansaat wieder eine geschlossene, grüne Vegetationsdecke bekommen, die im Laufe der Zeit sogar durch Einwanderung von Arten aus den benachbarten Gebieten das ursprüngliche Aussehen

und die frühere Artenzusammensetzung erlangen würden. Um diesen vegetationskundlichen und wasserwirtschaftlichen Fragenkomplex zu klären, standen in dieser Untersuchung folgende Fragen im Vordergrund:

1. Welche Veränderungen und Verluste an der Vegetation treten durch den Bau von Skiabfahrten und durch den späteren Skibetrieb auf?
2. Welche Arten der ursprünglichen Flora siedeln sich wieder in absehbarer Zeit an?
3. Wie dauerhaft und funktionsfähig sind Wiederbegrünungen zu bewerten?
4. Welche Auswirkungen haben diese Eingriffe in die Vegetation auf den Wasserhaushalt?

2. Vegetationsveränderung und Artenverlust

In der Regel durchziehen die Skipisten als etwa 30–60 m breite Streifen mit einem durchschnittlichen Gefälle von etwa 15 bis 30° das Berggelände.

Werden Abfahrten in waldreiches Gelände gebaut, so sind umfangreiche Rodungsarbeiten mit Erdbewegungen und nachträglich großflächige Wiederbegrünungsmaßnahmen notwendig. Wird die Piste in ein Alm- und Bergwiesengelände gelegt, so ergeben sich Möglichkeiten zur Erhaltung der ursprünglichen, naturnahen Rasengesellschaften.

Häufig werden aber auch hier Mulden und Buckeln, die die Pistenpflege im Winter erschweren und bei geringer Schneelage zur früheren Einstellung des Liftbetriebes zwingen, eingeebnet, störende Felsblöcke und sonstige Hindernisse weggesprengt und anschließend die Flächen mit einer Rasenmischung angegrünt.

Im Umkreis der Skipisten finden sich grundsätzlich drei verschiedene Standortseinheiten:

1. Vom Massenskilauf nicht berührte, mehr oder weniger natürliche oder naturnahe Wald-, Rasen- und Mattengesellschaften (Fels- und Felschuttfuren kommen in dem untersuchten Gebiet nur wenig vor).
2. Durch den Skibetrieb in unterschiedlichem Maße beeinträchtigte natürliche oder zumindest

naturnahe Rasengesellschaften, Almweiden und Mähwiesen.

3. Auf planiertem oder sonstwie verändertem Gelände eingebrachte Ansaaten mit stark veränderten Standortverhältnissen.

Um den Einfluß des Skibetriebes samt seiner Begleiterscheinungen auf die Vegetation zu erfassen, wurden rund 200 pflanzensoziologische Aufnahmen auf 50 m² großen Flächen innerhalb der Piste und zum Vergleich außerhalb der Abfahrten nach der Methode Braun-Blanquet angefertigt.

Die Vegetationsaufnahmen außerhalb der Piste werden in den Tabellen und im Text 3.1—3.9 der Kürze halber als R-Flächen, die im Bereich der Piste mit natürlichen Rasen als P-Flächen und diejenigen im Bereich der Abfahrt, auf denen eine Ansaat erfolgte, als PA-Flächen gekennzeichnet.

Der unmittelbare vegetationskundliche Vergleich von paarweise nebeneinanderliegenden R- und P-Flächen, beziehungsweise von R- und PA-Flächen läßt die Vegetationsveränderung, den Verlust an ursprünglichen Arten, die gegenseitige Beeinflussung des Randbereiches und der Pistenflächen und damit die Einwanderungstendenzen der Pflanzen erkennen.

2.1 Die Veränderungen der Artenzahlen

Die Artenzahl in den Flächen außerhalb der Piste (R-Flächen) schwankt zwischen 17 und 43; im Durchschnitt wachsen in den R-Flächen 30,9 Arten.

Die Artenzahl der nicht umgebrochenen, naturbelassenen, aber als Abfahrt benutzten Flächen (P-Flächen) schwankt zwischen 14 und 39 Arten; durchschnittlich wachsen dort 30,2 Arten.

Die Artenzahl der rekultivierten und angesäten PA-Flächen schwankt zwischen 7 und 25 Arten und beträgt im Durchschnitt 16,4 Arten.

Es besteht also ein deutliches Florengefälle zwischen dem ursprünglichen Randbereich, den naturbelassenen, als Skipiste benutzten Almflächen und den rekultivierten Ansaatflächen.

Die geringe Einwanderungstendenz vom Randbereich in die Pistenfläche kommt auch in der geringen Artenzahl der gemeinsamen Arten der Aufnahmepaare zum Ausdruck. Durchschnittlich beträgt die gemeinsame Artenzahl der benachbarten R/P-Flächen 8,2 und der benachbarten R/PA-Flächen 4,1 Arten. Die Hoffnung, daß auf wiederbegrünten Pistenflächen die ursprüngliche Flora wieder einwandert, ist somit kaum zutreffend, da nur sehr wenige Arten der Bergwiesen, der natürlichen Rasengesellschaften oder der Krautvegetation des angrenzenden Bergwaldes nach 6—8 Jahren in den angesäten Skipisten anzutreffen sind.

Die durch Erdbewegung, Planier- und Sprengarbeiten veränderten Standortverhältnisse sind für die meisten Arten der ursprünglichen Vegetation ungeeignet. Vielmehr treten Pionierarten der Rohböden und der Erosionsflächen auf. In den tieferen, etwa unter 1400 m ü. NN liegenden Bereichen überwiegen unter den einwandernden Pflanzen Ackerunkräuter und Ruderalarten, die sich mitunter auf den Ansaatflächen in relativ großer Artenzahl einfinden. Dadurch kann die Gesamtartenzahl dieser PA-Flächen verhältnismäßig groß sein, während mit den benachbarten R-Flächen in vegetationskundlicher Sicht kaum noch Ähnlichkeiten bestehen. Die Zahl der gemeinsamen Arten in den R- und den benachbarten PA-Flächen ist daher in den unteren Höhenlagen geringer als der durchschnittliche Wert von 4,1.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse in den über 1400 m ü. NN liegenden Bereichen. Dort wachsen in den Ansaatflächen meist nur wenige Arten, von denen aber viele aus dem benachbarten Randbereich eingewandert sind, so daß die gemeinsame Artenzahl der PA- und der R-Flächen mit zunehmender Höhe steigt. Diese Erscheinung kann an Hand des Deckungsgrades der Vegetation erklärt werden.

Nach vorliegender Untersuchung wird nur selten auf Ansaatflächen ein Deckungsgrad von 1,0 oder hundertprozentige Deckung erreicht. Im Schnitt liegt der Deckungsgrad der PA-Flächen bei 0,7 (70%ige Deckung), wobei mit zunehmender

Tabelle 1 zu 2.1

Höhenmäßige Verteilung der durchschnittlichen Artenzahl auf den drei Standortseinheiten und durchschnittliche Zahl der gemeinsamen Arten in den benachbarten R/P- und R/PA-Flächen.

R (unveränderter Randbereich), P (Pistennutzung ohne Bodenbewegung und Ansaat), PA (planierte Piste mit Ansaat).

gemeinsame Artenzahl				R/P	R/PA
Artenzahl	R	P	PA		
Höhe in m u. NN					
600- 650					
651- 700	27				1
701- 750					0
751- 800	23		20		0
801- 850	30		20,5	5,5	0
851- 900	24	31,5	18	6,5	0,5
901- 950	26,6	25	14,8	10	
951-1000	29	24		8,5	
1001-1050	29	25	16	6,3	1,7
1051-1100	29,2	29	18,6	7	6,3
1101-1150	33	27	17,3	12,5	3
1151-1200	31,3	28,2	20	15	3
1201-1250	33,8	25,6	20		3,5
1251-1300	30,2	28	20,2	5,5	2,5
1301-1350	29,8	26,5	14,7	6	5
1351-1400	24,6	20,3	17,5	4	5,5
1401-1450	29,3	21	22,5	14	3,5
1451-1500	32,5		14		2,7
1501-1550	26,7		17,5	14	2
1551-1600	28,5	31	11		2
1601-1650	30,8		14,4		4,4
1651-1700	35,7		13,2		5,2
1701-1750	41,5		17		5,5
1751-1800	36	41	14,5		6,2
1801-1850	38		13		8
1851-1900	27,5		14		7,5
1901-1950	35		12		5
1951-2000	33	32	13		6,5
Gesamt- durchschnitt	30,9	30,2	16,4	8,2	4,1

Meereshöhe der Deckungsgrad der Ansaatflächen abnimmt. Wie im Falle des Skigebietes Kreuzeck-Osterfelder (Garmisch-Partenkirchen) die Abb. 1 zeigt, verschlechtert sich ab etwa 1400 m Meereshöhe die Situation der angesäten Pistenflächen und ab 1600 m Höhe liegt der Deckungsgrad durchwegs unter 0,7. Das heißt, in den höheren Lagen entstehen auf den rekultivierten Pisten durch Ausfall der Ansaat vegetationslose Flächen zwischen 30 und 50%; diese werden von Pionierarten und Roh-

bodenbesiedler besiedelt, die mit steigender Meereshöhe in zunehmendem Maße auch in den randlichen Mattengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe vorkommen.

Zu einem Vegetationsschluß auf den angesäten Pisten kommt es in diesen Höhenlagen jedoch innerhalb der nächsten Jahre und wohl auch Jahrzehnte nicht, da häufig die Erosion schneller als die Wiederbesiedlung voranschreitet.

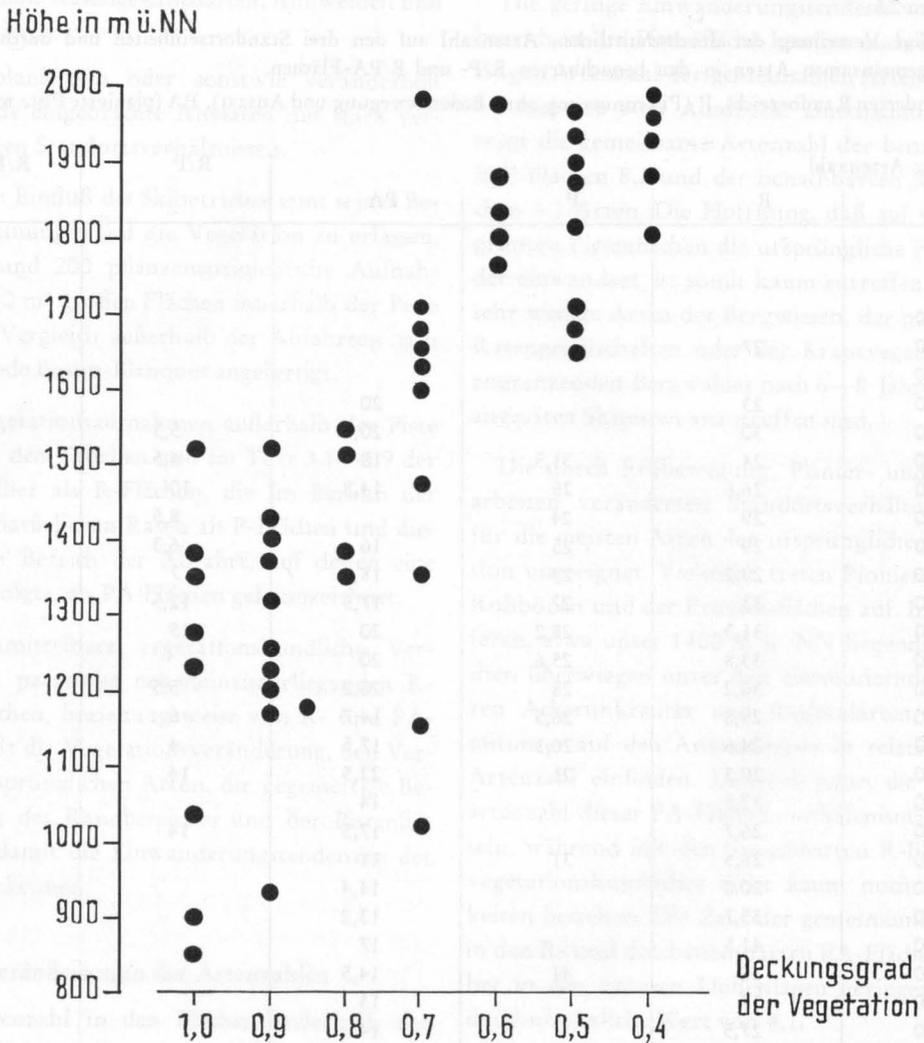


Abb. 1 Deckungsgrad der Vegetation auf angesäten Pistenflächen im Bereich der Osterfelder und am Kreuzeck, Gde. Garmisch-Partenkirchen

Der Grund des geringen Wiederbegrünungserfolges liegt einmal in der Ansaatmischung, die größtenteils aus im Handel erhältlichen jedoch nicht standortsheimischen Arten besteht, zum anderen in der fehlenden Schonzeit für die angesäten Flächen. Zwischen Ansaat und Benützung der Skipiste liegen nur wenige Monate, oft nur Wochen, ohne Berücksichtigung des Keimerfolges. Darüber hinaus bedingt der Skibetrieb infolge Schneeverdichtung eine um 3—4 Wochen spätere Ausaperzeit, so daß hier die Wachstumsbedingungen denen

auf einigen hundert Meter höher gelegenen Standorten gleichkommen.

Auf den planierten Flächen unterhalb 1400 m ü. NN, wird in der Regel durch Ansaat ein höherer Deckungsgrad von durchschnittlich 0,9 erreicht, wobei allerdings auch eine Wiederbegrünung mit einem vollkommenen Vegetationsschluß bei weitem nicht die Schutzfunktion eines ursprünglichen oder naturnahen Rasens erfüllt. Einer Einwanderung von Arten aus den umgebenden ursprünglich gebliebenen Flächen in die Ansaatflächen ist jedoch

infolge Konkurrenz der sich ausbreitenden künstlich eingebrachten Gras- und Kleearten Schranken gesetzt. PA-Flächen, die eine überdurchschnittliche Artenzahl aufweisen, beherbergen in der Regel neben den angesäten Gras- und Kleearten eine Reihe von gleichzeitig sich ausbreitenden Ruderal- und Pionierarten der Tallagen wie Acker-Kratzdistel, Breit-Wegerich, Gewöhnliches Hornkraut, Einjähriges Rispengras, Huflattich, Kriechender Hahnenfuß, Zweijähriger Pippau, Rasen-Schmiele, Quecke und Hafer.

Durchschneidet die neu angelegte Piste ein Waldgebiet, so haben die Gräser und Kräuter der Wälder auf den geschaffenen Lichtflächen wenig Chancen auf erfolgreiche Besiedlung. Am Waldrand treten infolge des Kahlhiebes Hitzeschäden an den Bäumen und Verluste durch Windbruch auf, da eine schützende Waldsaumgesellschaft an Sträuchern samt deren artenreicher Begleitflora fehlt.

Im folgenden wird eine Analyse der wichtigsten in den pflanzensoziologischen Aufnahmen verzeichneten Arten hinsichtlich ihrer Häufigkeitsverteilung in den R-, P- und PA-Flächen vorgenommen. Daraus wird ersichtlich, welche Pflanzen durch die Anlage von Skipisten dezimiert werden, welche Arten in die Ansaatflächen einwandern und welche Pflanzen auf den Skipisten verstärkt auftreten. In den folgenden Tabellen sind die in den R-, P- und PA-Flächen notierten Arten in Häufigkeitsklassen eingeteilt. Dabei bedeuten:

- Häufigkeitsklasse I
mit 1—5 %iger Häufigkeit auftretend
- Häufigkeitsklasse II
mit 6—10 %iger Häufigkeit auftretend
- Häufigkeitsklasse III
mit 11—20 %iger Häufigkeit auftretend
- Häufigkeitsklasse IV
mit 21—30 %iger Häufigkeit auftretend
- Häufigkeitsklasse V
mit 31—50 %iger Häufigkeit auftretend
- Häufigkeitsklasse VI
mit 51—100 %iger Häufigkeit auftretend

3. Die Häufigkeit der Arten auf den drei Standortseinheiten

R (unveränderter Randbereich), P (Pistennutzung ohne Bodenbewegungen und Ansaat), PA (planierte Pisten mit Ansaat).

3.1. Gruppe: Arten, die nur in den Aufnahme- flächen außerhalb der Skipisten (R- Flächen) auftreten

	R- (unveränderter Randbereich)	PA- (Piste mit Ansaat)	P- Flächen (Piste mit natürlichem Rasen)
<i>Abies alba</i> (Tanne)	IV	0	0
<i>Dryopteris filix mas</i> (Wurmfarn)	IV	0	0
<i>Pinus montana</i> (Latsche)	IV	0	0
<i>Rhododendron hirsutum</i> (Bewimperte Alpenrose)	IV	0	0
<i>Athyrium distentifolium</i> (Alpen-Frauenfarn)	III	0	0
<i>Athyrium filix femina</i> (Wald-Frauenfarn)	III	0	0
<i>Cicerbita alpina</i> (Alpen-Milchlattich)	III	0	0
<i>Dryopteris austriaca</i> (Breitblättriger Dornfarn)	III	0	0
<i>Galium rotundifolium</i> (Rundblättriges Labkraut)	III	0	0
<i>Paris quadrifolia</i> (Einbeere)	III	0	0
<i>Ranunculus alpestris</i> (Alpen-Hahnenfuß)	III	0	0
<i>Sorbus aucuparia</i> (Vogelbeere)	III	0	0
<i>Stellaria nemorum</i> (Hain-Sternmiere)	III	0	0
<i>Bartsia alpina</i> (Alpenhelm)	II	0	0
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (Eichenfarn)	II	0	0
<i>Lilium martagon</i> (Türkenbund)	II	0	0
<i>Pinguicula alpina</i> (Alpen-Fettkraut)	II	0	0

	R-	PA-	P- Flächen		R-	PA-	P- Flächen
	(unveränderte Rand- bereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Kasen)		(unveränderte Rand- bereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Kasen)
Rhododendron ferrugineum (Rostblättrige Alpenrose)	II	0	0	Helianthemum alpestre (Alpen-Sonnenröschen)	I	0	0
Salix waldsteiniana (Bäumchen-Weide)	II	0	0	Heliosperma quadridentata (Vierzähliger Strahlensame)	I	0	0
Streptopus amplexifolius (Knotenfuß)	II	0	0	Heracleum montanum (Berg-Bärenklau)	I	0	0
Aconitum vulparia (Gelber Eisenhut)	II	0	0	Hieracium caesium (Blaugrünes Habichtskraut)	I	0	0
Actaea spicata (Christophskraut)	I	0	0	Holcus mollis (Weiches Honiggras)	I	0	0
Alnus incana (Grau-Erle)	I	0	0	Hordelymus europaeus (Waldgerste)	I	0	0
Androsace chamaejasme (Bewimperter Mannsschild)	I	0	0	Impatiens noli-tangere (Echtes Springkraut)	I	0	0
Angelica sylvestris (Wald-Engelwurz)	I	0	0	Lycopodium annotinum (Wald-Bärlapp)	I	0	0
Amelanchier ovalis (Felsenbirne)	I	0	0	Moehringia trinerva (Dreinerlige Nabelmiere)	I	0	0
Asarum europaeum (Haselwurz)	I	0	0	Oreopteris limbosperma (Bergfarn)	I	0	0
Blechnum spicant (Rippenfarn)	I	0	0	Plathantha bifolia (Waldhyazinthe)	I	0	0
Calamagrostis villosa (Wolliges Reitgras)	I	0	0	Poa nemoralis (Hain-Rispengras)	I	0	0
Carex firma (Polster-Segge)	I	0	0	Rubus fruticosus (Brombeere)	I	0	0
Chaerophyllum vilarsii (Berg-Kälberkopf)	I	0	0	Rubus saxatilis (Steinbeere)	I	0	0
Circaea lutetiana (Gewöhnliches Hexenkraut)	I	0	0	Salix glabra (Glanz-Weide)	I	0	0
Convalaria majalis (Maiglöckchen)	I	0	0	Salix retusa (Teppich-Weide)	I	0	0
Dryas octopetala (Silberwurz)	I	0	0	Sorbus aria (Mehlbeere)	I	0	0
Erica carnea (Schnee-Heide)	I	0	0	Sorbus mougeotii (Berg-Mehlbeere)	I	0	0
Festuca gigantea (Riesen-Schwengel)	I	0	0	Thalictrum aquilegifolium (Akeleiblättrige Wiesenraute)	I	0	0
Galium boreale (Nordisches Labkraut)	I	0	0	Gymnocarpium robertianum (Ruprechtsfarn)	I	0	0
Gentiana purpurea (Purpur-Enzian)	I	0	0	Tozzia alpina (Alpenrachen)	I	0	0
Gentiana punctata (Punktierter Enzian)	I	0	0	Ulmus glabra (Berg-Ulme)	I	0	0

	R-	PA-	P- Flächen		R-	PA-	P- Flächen
	(unveränderter Randbereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Kasen)		(unveränderter Randbereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Kasen)
<i>Vaccinium uliginosum</i> (Rauschbeere)	I	0	0	<i>Anemone nemorosa</i> (Buschwindröschen)	III	0	II
<i>Vaccinium vitis idaea</i> (Preiselbeere)	I	0	0	<i>Carex alba</i> (Weiße Segge)	II	0	III
<i>Valeriana officinalis</i> (Gewöhnlicher Baldrian)	I	0	0	<i>Crepis paludosa</i> (Sumpfpippau)	II	0	III
<i>Valeriana saxatilis</i> (Felsen-Baldrian)	I	0	0	<i>Galeobdolon luteum</i> (Goldnessel)	IV	0	I
<i>Festuca pumila</i> (Niedriger Schwingel)	I	0	0	<i>Mycelis muralis</i> (Mauerlattich)	III	0	II
<i>Trifolium badium</i> (Braun-Klee)	I	0	0	<i>Polygonatum verticillatum</i> (Quirlblütige Weißwurz)	IV	0	I
3.2. Gruppe: Arten, die in den R- und auch in den P-Flächen, also auch auf dem als Skipisten benützten Matten und Almwiesen vorkommen, aber in den Ansaatflächen fehlen.				<i>Ajuga reptans</i> (Kriechender Günsel)	III	0	I
				<i>Circaea intermedia</i> (Mittleres Hexenkraut)	III	0	I
				<i>Luzula pilosa</i> (Haar-Hainsimse)	III	0	I
				<i>Majanthemum bifolium</i> (Schattenblümchen)	III	0	I
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Wald-Zwenke)	IV	0	III	<i>Carex fusca</i> (Wiesen-Segge)	I	0	III
<i>Carex ferruginea</i> (Rost-Segge)	IV	0	III	<i>Filipendula ulmaria</i> (Mädesüß)	I	0	III
<i>Caltha palustris</i> (Sumpf-Dotterblume)	II	0	IV	<i>Gentiana asclepiadea</i> (Schwalbenwurz-Enzian)	I	0	III
<i>Equisetum sylvaticum</i> (Wald-Schachtelhalm)	II	0	IV	<i>Gentiana pannonica</i> (Ungarischer Enzian)	III	0	I
<i>Fagus sylvatica</i> (Rotbuche)	V	0	I	<i>Rumex acetosa</i> (Sauerampfer)	I	0	III
<i>Oxalis acetosa</i> (Sauerklee)	V	0	I	<i>Calycocorsus stipitatus</i> (Krönchenlattich)	I	0	III
<i>Rubus idaeus</i> (Himbeere)	III	0	III	<i>Melica nutans</i> (Perlgras)	II	0	II
<i>Phyteuma orbiculare</i> (Kugelige Teufelskralle)	III	0	III	<i>Achnatherum calamagrostis</i> (Rauhgras)	I	0	II
<i>Phyteuma spicatum</i> (Ährige Teufelskralle)	V	0	I	<i>Carex davalliana</i> (Davall-Segge)	I	0	II
<i>Prenanthes purpurea</i> (Hasenlattich)	V	0	I	<i>Carex ornithopoda</i> (Vogelfuß-Segge)	I	0	II
<i>Sanicula europaea</i> (Wald-Sanikel)	V	0	I	<i>Carlina acaulis</i> (Silberdistel)	I	0	II
<i>Tofieldia calyculata</i> (Gewöhnliche Simsenlilie)	III	0	III	<i>Phleum alpinum</i> (Alpen-Lieschgras)	I	0	II
<i>Vaccinium myrtillus</i> (Heidelbeere)	V	0	I				

	R-	PA-	P- Flächen		R-	PA-	P- Flächen
	(unveränderte Kand- bereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)		(unveränderte Kand- bereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)
<i>Centaurea montana</i> (Berg-Flockenblume)	II	0	I	<i>Moehringia muscoa</i> (Moos-Nabelmiere)	I	0	I
<i>Epilobium montanum</i> (Berg-Flockenblume)	II	0	I	<i>Milium effusum</i> (Flattergras)	I	0	I
<i>Fraxinus excelsior</i> (Esche)	II	0	I	<i>Pedicularis rostrato spicatum</i> (Ähriges Läusekraut)	I	0	I
<i>Gentiana verna</i> (Frühlings-Enzian)	II	0	I	<i>Primula auricula</i> (Aurikel)	I	0	I
<i>Lonizera alpigena</i> (Alpen-Heckenkirsche)	II	0	I	<i>Primula farinosa</i> (Mehl-Primel)	I	0	I
<i>Polystichum aculeatum</i> (Dorniger Schildfarn)	II	0	I	<i>Prunella grandiflora</i> (Großblütige Braunelle)	I	0	I
<i>Selaginella spinulosa</i> (Dorniger Moosfarn)	II	0	I	<i>Rosa pendulina</i> (Alpen-Heckenrose)	I	0	I
<i>Viola reichenbachiana</i> (Wald-Veilchen)	II	0	I	<i>Salix serpyllifolia</i> (Quendelblättrige Weide)	I	0	I
<i>Anemone hepatica</i> (Leberblümchen)	I	0	I	<i>Scabiosa columbaria</i> (Tauben-Skabiose)	I	0	I
<i>Aquilegia atrata</i> (Schwarzwiolette Akelei)	I	0	I	<i>Scabiosa lucida</i> (Glänzende Skabiose)	I	0	I
<i>Atropa bella-dona</i> (Tollkirsche)	I	0	I	<i>Scrophularia nodosa</i> (Knotige Braunwurz)	I	0	I
<i>Brachypodium pinnatum</i> (Fieder-Zwenke)	I	0	I	<i>Danthonia decumbens</i> (Dreizahn)	I	0	I
<i>Calamagrostis varia</i> (Buntes Reitgras)	I	0	I	<i>Thesium alpinum</i> (Alpen-Sandelkraut)	I	0	I
<i>Calamintha alpina</i> (Alpen-Steinquendel)	I	0	I	<i>Trichophorum caespitosum</i> (Rasen-Binse)	I	0	I
<i>Carex ericetorum</i> (Heide-Segge)	I	0	I	<i>Trifolium montanum</i> (Berg-Klee)	I	0	I
<i>Cirsium rivulare</i> (Bach-Kratzdistel)	I	0	I	3.3. Gruppe: Arten, die in den R- oder P-Flächen relativ häufig, in den PA-Flächen (Wiederbegrünungen) jedoch nur sporadisch auftreten.			
<i>Epipactis helleborine</i> (Breitblättrige Stendelwurz)	I	0	I	<i>Homogyne alpina</i> (Alpenlattich)	V	I	III
<i>Gentiana clusii</i> (Stengelloser Enzian)	I	0	I	<i>Mercurialis perennis</i> (Wald-Bingelkraut)	V	I	III
<i>Gymnadenia conopsea</i> (Händelwurz)	I	0	I	<i>Potentilla erecta</i> (Blutwurz)	IV	I	V
<i>Helianthemum nummularium</i> (Gewöhnliches Sonnenröschen)	I	0	I	<i>Soldanella alpina</i> (Alpen-Troddelblume)	V	I	III
<i>Knautia sylvatica</i> (Wald-Knautie)	I	0	I	<i>Veratrum album</i> (Weißer Germer)	IV	I	II
<i>Luzula campestris</i> (Feld-Hainsimse)	I	0	I				

	R-	PA-	P- Flächen		R-	PA-	P- Flächen
	(unveränd- ter Rand- bereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)		(unveränd- ter Rand- bereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)
<i>Carex sylvatica</i> (Wald-Segge)	IV	I	III	<i>Dactylorhiza majalis</i> (Breitblättriges Knabenkraut)	I	I	III
<i>Fragaria vesca</i> (Wald-Erdbeere)	IV	I	III	<i>Daphne mezereum</i> (Seidelbast)	III	I	I
<i>Sesleria varia</i> (Blaugras)	IV	I	III	<i>Ranunculus lanuginosus</i> (Wolliger Hahnenfuß)	III	I	I
<i>Trollius europaeus</i> (Trollblume)	IV	I	III	<i>Salvia glutinosa</i> (Klebriger Salbei)	III	I	II
<i>Nardus stricta</i> (Borstgras)	III	I	IV	<i>Plantago lanceolata</i> (Spitz-Wegerich)	I	I	III
<i>Veronica latifolia</i> (Nesselblättriger Ehrenpreis)	V	I	II	<i>Polygonum bistorta</i> (Wiesen-Knöterich)	I	I	III
<i>Carduus defloratus</i> (Bergdistel)	III	I	III	<i>Rhinanthus minor</i> (Kleiner Klappertopf)	I	I	III
<i>Orchis maculata</i> (Geflecktes Knabenkraut)	III	I	III	3.4. Gruppe: Arten, die nur in den P-Flächen, also den als Skipisten genutzten Almwiesen vorkommen; darunter befinden sich eine Reihe von Pflan- zen feuchter und verdichteter Bö- den.			
<i>Viola biflora</i> (Gelbes Veilchen)	V	I	I	<i>Carex panicea</i> (Hirsens-Segge)	0	0	III
<i>Briza media</i> (Zittergras)	II	I	IV	<i>Cirsium palustre</i> (Sumpf-Kratzdistel)	0	0	III
<i>Carex pallescens</i> (Bleiche Segge)	I	I	V	<i>Juncus conglomeratus</i> (Knäuel-Binse)	0	0	III
<i>Eupatoria cannabin</i> (Wasserdost)	II	I	III	<i>Juncus filiformis</i> (Faden-Binse)	0	0	III
<i>Astrantia major</i> (Große Sterndolde)	III	I	II	<i>Litsera ovata</i> (Zweiblatt)	0	0	III
<i>Carex flava</i> (Gelbe Segge)	I	I	IV	<i>Lychnis flos cuculi</i> (Kuckucks-Lichtnelke)	0	0	III
<i>Crepis aurea</i> (Gold-Pippau)	II	I	III	<i>Luzula multiflora</i> (Vielblütige Hainsimse)	0	0	III
<i>Parnassia palustris</i> (Sumpf-Herzblatt)	II	I	III	<i>Carex echinata</i> (Igel-Segge)	0	0	II
<i>Petasites albus</i> (Weiße Pestwurz)	III	I	II	<i>Carex montana</i> (Berg-Segge)	0	0	II
<i>Galium odoratum</i> (Wald-Meister)	IV	I	I	<i>Carex leporina</i> (Hasenpfoten-Segge)	0	0	II
<i>Urtica dioica</i> (Brennnessel)	II	I	III	<i>Hypericum hirsutum</i> (Rauhhaariges Johanniskraut)	0	0	II
<i>Equisetum palustre</i> (Sumpf-Schachtelhalm)	I	I	III				
<i>Centaurea jacea</i> (Wiesen-Flockenblume)	I	I	III				
<i>Juncus effusus</i> (Flutter-Binse)	I	I	III				

	R-	PA-	P- Flächen		R-	PA-	P- Flächen
	(unveränderter Randbereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)		(unveränderter Randbereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)
<i>Juncus alpinus</i> (Alpen-Binse)	0	0	II	<i>Silene inflata</i> (Taubenkropf)	II	I	0
<i>Molinia coerulea</i> (Pfeifengras)	0	0	II	<i>Valeriana tripteris</i> (Dreischnittiger Baldrian)	II	I	0
<i>Ranunculus auricomus</i> (Gold-Hahnenfuß)	0	0	II	<i>Arabis alpina</i> (Alpen-Gänsekresse)	I	I	0
<i>Scirpus sylvaticus</i> (Wald-Binse)	0	0	II	<i>Carduus personata</i> (Kletten-Distel)	I	I	0
<i>Centaurea scabiosa</i> (Skabiosen-Flockenblume)	0	0	I	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> (Milzkraut)	I	I	0
<i>Hieracium pilosella</i> (Mausohr-Habichtskraut)	0	0	I	<i>Imperatoria ostruthium</i> (Meisterwurz)	I	I	0
<i>Hippocrepis comosa</i> (Hufeisen-Klee)	0	0	I	<i>Symphytum tuberosum</i> (Knoten-Beinwell)	I	I	0
<i>Plantago alpina</i> (Alpen-Wegerich)	0	0	I	<i>Vicia sepium</i> (Zaun-Wicke)	I	I	0
<i>Succisa pratensis</i> (Teufelsabbiß)	0	0	I				

3.5. Gruppe: Arten, die in den R-Flächen ziemlich häufig sind, aber auch in den PA-Flächen auftreten. Es sind dies hauptsächlich Pionierarten der Hochlagen, meist steiniger Matten, lockerwüchsiger Rasengesellschaften oder der Blockhalden der subalpinen und alpinen Stufe, die in den erodierten Flächen mit mißlungener Ansaat sich einfinden.

<i>Saxifraga rotundifolia</i> (Rundblättriger Steinbrech)	V	II	0
<i>Hieracium murorum</i> (Wald-Habichtskraut)	V	I	0
<i>Dentaria enneaphyllos</i> (Weiße Zahnwurz)	III	I	0
<i>Solidago virgaurea</i> (Goldrute)	III	I	0
<i>Valeriana montana</i> (Berg-Baldrian)	III	I	0
<i>Achillea atrata</i> (Schwarzrandige Schafgarbe)	II	I	0
<i>Biscutella laevigata</i> (Brillenschötchen)	II	I	0

3.6. Gruppe: Arten der Rasengesellschaften in der montanen und subalpinen Stufe, die in den R-Flächen häufig, in den P- und PA-Flächen fehlen oder nur sporadisch auftreten. Diese Arten erfahren durch den Skibetrieb eine deutliche Unterdrückung. Außer den hier aufgeführten Arten gehören dazu auch viele Arten der 1. Gruppe wie *Gentiana punctata*, *G. purpurea*, *Helianthemum alpestre*, *Ranunculus alpestris*, *Trifolium badium*, *Chaerophyllum villarsii* und *Dryas octopetala*, die teilweise Pflanzen der offenen Pionierrasen sind und wohl gegen mechanische Schäden durch die scharfen Kanten der Ski recht empfindlich sind und sich daher auf den Erosionsstellen der PA-Flächen nicht dauerhaft einfinden.

<i>Polygonum viviparum</i> (Knöllch-Knöterich)	IV	I	II
<i>Ranunculus alpestris</i> (Alpen-Hahnenfuß)	III	0	0

	R-	PA-	P- Flächen		R-	PA-	P- Flächen
	(unveränd- ter Rand- bereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)		(unveränd- ter Rand- bereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)
<i>Centaurea montana</i> (Berg-Flockenblume)	II	0	0	<i>Medicago lupulina</i> (Hopfen-Schneckenklee)	0	V	IV
<i>Gentiana pannonica</i> (Ungarischer Enzian)	III	0	I	<i>Poa annua</i> (Einjähriges Rispengras)	I	IV	III
<i>Aster bellidiastrum</i> (Alpen-Maßliebchen)	V	I	I	<i>Poa pratensis</i> (Wiesen-Rispengras)	0	V	III
<i>Carex sempervirens</i> (Horst-Segge)	VI	I	I	<i>Agrostis alba</i> (Weißes Straußgras)	I	IV	II
<i>Hypericum perforatum</i> (Tüpfel-Johanniskraut)	III	I	I	<i>Phleum hirsutum</i> (Rauhes Lieschgras)	II	III	II
<i>Luzula luzuloides</i> (Schmalblättrige Hainsimse)	IV	I	I	<i>Achillea millefolium</i> (Gewöhnliche Schafgarbe)	0	IV	III
<i>Ligusticum mutellina</i> (Mutterwurz)	III	I	I	<i>Plantago montana</i> (Berg-Wegerich)	I	III	II
<i>Viola biflora</i> (Gelbes Veilchen)	V	I	I	<i>Lolium perenne</i> (Gemeiner Lolch)	0	IV	II
3.7. Gruppe: Arten, die in den PA-Flächen mit gleicher oder größerer Häufigkeit vorkommen. Es sind dies durch die Ansaatmischung eingebrachten Arten und Pionierpflanzen der Ruderalflächen der tieferen Lagen, die hier in den lückigen Ansaaten auftauchen, aber meist nur geringen Deckungsgrad erlangen.				<i>Plantago major</i> (Breit-Wegerich)	0	III	III
				<i>Ranunculus repens</i> (Kriechender Hahnenfuß)	0	III	III
				<i>Ranunculus acris</i> (Scharfer Hahnenfuß)	0	III	III
				<i>Trisetum flavescens</i> (Goldhafer)	0	V	I
				<i>Cerastium vulgatum</i> (Gewöhnliches Hornkraut)	I	III	I
				<i>Bromus inermis</i> (Wehrlose Trespe)	0	IV	I
<i>Deschampsia caespitosa</i> (Rasenschmiele)	VI	V	V	<i>Festuca ovina</i> (Schaf-Schwingel)	0	IV	I
<i>Festuca rubra</i> (Rot-Schwingel)	III	VI	VI	<i>Phleum pratense</i> (Wiesen-Lieschgras)	0	IV	I
<i>Lotus corniculatus</i> (Hornklee)	III	VI	V	<i>Veronica bellidioides</i> (Gänseblümchen-Ehrenpreis)	0	III	II
<i>Dactylis glomerata</i> (Knäuelgras)	III	VI	IV	3.8. Gruppe: Arten, die im Vergleich zu den R- und P-Flächen auch noch ziemlich häufig in den PA-Flächen vorkommen. Es sind hier überwiegend die Arten vertreten, die rasch vom Rand her in die wiederbegrünteten Flächen einwandern, jedoch meist nur geringen Deckungsgrad erreichen.			
<i>Trifolium pratense</i> (Wiesen-Klee)	II	VI	V				
<i>Trifolium repens</i> (Weiß-Klee)	I	VI	V				
<i>Festuca pratensis</i> (Wiesen-Schwingel)	I	VI	V				
<i>Taraxacum officinale</i> (Löwenzahn)	I	VI	IV				
<i>Tussilago farfara</i> (Huflattich)	II	V	IV				

	R-	PA-	P- Flächen		R-	PA-	P- Flächen
	(unveränderter Randbereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)		(unveränderter Randbereich)	(Piste mit Ansaat)	(Piste mit natürlichem Rasen)
Sie sind also auf den angesäten Pistenflächen mit großer Wahrscheinlichkeit in wenigen Exemplaren anzutreffen.							
Ranunculus montanus (Berg-Hahnenfuß)	VI	V	VI	Anthyllis vulneraria (Wundklee)	III	III	I
Alchemilla vulgaris (Gewöhnlicher Frauenmantel)	IV	V	VI	Bellis perennis (Gänseblümchen)	I	III	III
Chaerophyllum hirsutum (Rauher Kälberkopf)	V	III	V	Carex flacca (Blaugrüne Segge)	II	II	III
Leontodon hispidus (Milchkraut)	IV	IV	V	Cirsium arvense (Acker-Kratzdistel)	I	III	III
Adenostyles glabra (Kahler Alpendost)	V	III	III	Melandrium rubrum (Rote Lichtnelke)	I	III	III
Aposeris foetida (Stinkender Hainsalat)	V	III	III	Poa trivialis (Gemeines Rispengras)	I	III	III
Primula elatior (Hohe Schlüsselblume)	V	III	III	Adenostyles alliariae (Grauer Alpendost)	III	II	I
Cynosurus cristatus (Kammgras)	II	III	VI	Euphorbia rostkoviana (Gewöhnlicher Augentrost)	I	II	III
Senecio fuchsii (Fuchs-Greiskraut)	V	III	III	Plantago media (Mittlerer Wegerich)	II	II	II
Alchemilla alpina (Alpen-Frauenmantel)	IV	III	III	Carum carvi (Kümmel)	I	II	II
Anthoxanthum odoratum (Gewöhnliches Ruchgras)	III	II	V	Linum catharticum (Wiesen-Lein)	I	II	II
Geranium sylvaticum (Wald-Storchschnabel)	IV	II	II	Pimpinella saxifraga (Kleine Bibernelle)	II	I	II
Poa alpina (Alpen-Rispengras)	IV	III	III	Thymus pulegioides (Gemeiner Thymian)	II	I	II
Chrysanthemum leucanthemum (Margerite)	II	III	IV	3.9. Gruppe: Arten, die nur auf den PA-Flächen (Ansaatflächen) auftreten.			
Galium mollugo (Wiesen-Labkraut)	II	III	IV	Crepis biennis (Zweijähriger Pippau)	0	II	0
Prunella vulgaris (Gemeine Brunelle)	I	III	V	Agropyron repens (Quecke)	0	I	0
Ranunculus aconitifolius (Eisenhutblättriger Hahnenfuß)	III	II	IV	Arrhenatherum elatius (Glatthafer)	0	I	0
Veronica chamaedris (Gamander-Ehrenpreis)	III	III	III	Avena spec. (Hafer)	0	I	0
Campanula scheuchzeri (Scheuchzers Glockenblume)	III	II	III	3.10 Folgerungen aus der Häufigkeitsverteilung der Arten in den drei Standortseinheiten			
Lysimachia nemorum (Hain-Gilbweiderich)	III	II	III	Bei einer Bilanz aus dieser Aufgliederung der Arten nach ihrer Häufigkeitsverteilung auf die drei verschiedenen genutzten Vegetationstypen ist festzustellen, daß			

- rund 160 Arten in den Ansaatflächen ausfallen (Gruppe 3.1 und 3.2)
- weitere 34 Arten in den Ansaatflächen nur mit 1—2%iger Häufigkeit auftreten
- eine Reihe von Ruderalarten der tieferen Lagen eine größere Verbreitung erfahren und
- nur etwa 30 Arten der ursprünglichen Vegetation aus den Randbereichen mit größerer Häufigkeit in die rekultivierten Pistenflächen einwandern und zur Bereicherung der künstlichen Rasen beitragen können.

4. Deckungsgrad der verschiedenen Arten

Betrachtet man den durchschnittlichen Deckungsgrad der in den Aufnahmeflächen notierten Arten, so treten die in der Tabelle 4.1 aufgeführten Pflanzen mit einem höheren Deckungsgrad auf, d. h., diese Arten erfahren auf den Ansaatflächen eine stärkere Ausbreitung, die dazu führt, daß dort wenige und zumeist standortsfremde Pflanzen vorherrschen.

4.1 Dominierende Arten der Ansaatflächen

Agrostis alba (Weißes Straußgras)
Agropyron repens (Quecke)
Bromus inermis (Wehrlose Trespe)
Cirsium arvense (Acker-Kratzdistel)
Cirsium vulgare (Gewöhnliche Kratzdistel)
Clinopodium vulgare (Wirbeldost)
Crepis biennis (Zweijähriger Pippau)
Dactylis glomerata (Knäuelgras)
Deschampsia caespitosa (Rasen-Schmiele)
Festuca pratensis (Wiesen-Schwingel)
Festuca rubra (Rot-Schwingel)
Juncus effusus (Flutter-Binse)
Lolium perenne (Gemeiner Lolch)
Lotus corniculatus (Hornschotenklee)
Medicago lupulina (Hopfen-Schneckenklee)
Mentha arvensis (Acker-Minze)
Mentha longifolia (Roß-Minze)
Phleum hirsutum (Rauhes Lieschgras)
Phleum pratense (Wiesen-Lieschgras)
Poa annua (Einjähriges Rispengras)
Poa pratensis (Wiesen-Rispengras)
Poa trivialis (Gemeines Rispengras)
Silene inflata (Taubenkropf)
Trifolium pratense (Rot-Klee)
Trifolium repens (Weiß-Klee)
Tussilago farfara (Huflattich)

Es handelt sich hier durchwegs um sogenannte Allerweltsarten, die nicht für die Flora der Bergwiesen und subalpinen Rasengesellschaften charakteristisch sind.

5. Wasserwirtschaftliche Wirksamkeit der künstlichen Ansaaten

Als nächstes stellt sich die Frage nach der Funktionsfähigkeit dieser rekultivierten Rasenflächen in wasserwirtschaftlicher Hinsicht. Der Nordalpenraum ist wegen seiner hohen Niederschläge zwischen 1500 und 3000 mm im Jahr, die zum Teil als sommerliche Starkniederschläge fallen, von Bodenabträgen und vor allem hohen Oberflächenabflüssen bedroht. Gerade letztere führen zu den gefürchteten Spitzenhochwasserereignissen. Für die Höhe des Oberflächenabflusses spielt die Vegetation eine entscheidende Rolle (Hanausek, 1969). Bei einem Starkregen werden etwa bis zu einem Drittel des Niederschlages von dem Kronendach eines mehrschichtig aufgebauten Mischwaldes aufgefangen. Wie Untersuchungen von Toldrian (1974), Karl (1977), Bunza (1978) gezeigt haben, hat zudem die Bodenvegetation einen enormen Einfluß auf den Oberflächenabfluß und auf den Bodenabtrag.

Es wurden daher vergleichende Beregnungsversuche mit einer transportablen Beregnungsanlage (s. Karl und Toldrian, 1973) durchgeführt. Dabei wurden auf angesäten Skipisten und im angrenzenden, meist bewaldeten Randbereich jeweils auf 100 m² großen Flächen ein Starkregen von 100 mm Gesamtniederschlag und einer Stunde Dauer erzeugt und der dabei auftretende Oberflächenabfluß und Bodenabtrag gemessen.

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich, ragen die Werte in den angesäten Pistenflächen mit durchschnittlich 66% des oberflächlichen Abflusses und mit durchschnittlich 3,1 kg Bodenabtrag pro 100 m² (ohne Miteinbeziehung des Extremwertes von 188 kg/100 m² auf der Piste Grasgehrenalpe) weit heraus. Die Durchschnittswerte für den oberflächlichen Abfluß und Bodenabtrag auf Pistenflächen mit natürlicher Rasengesellschaft (Almflächen) betragen 43,2% und 0,6 kg/100 m². Zum Vergleich treten auf Almflächen ohne Skibetrieb Ab-

flüsse von 30,6‰ und Abträge von 0,2 kg/100 m² (siehe auch Bunza, 1978) auf.

Auffallend gering sind die Abflußwerte mit 4,9‰ und Bodenabträge von 0,06 kg/100 m² in den randlichen Waldgesellschaften. In den meisten Fällen tritt hier gar kein Abfluß und dementsprechend kein Bodenabtrag auf. Das Speichervermögen des Bodens an Niederschlagswasser wird hauptsächlich von der Bodenstruktur bestimmt.

Auf der Sonnbergabfahrt bei Achenkirchen beispielsweise betrug die Speicherleistung des Waldbodens das zehnfache gegenüber der geschobenen Piste (Neuwinger und Friedrich, 1977).

Wird innerhalb der Bergwaldstufe eine Skiabfahrtsschneise geschlagen, so nimmt der Oberflächenabfluß um mindest das 13—14-fache und der Bodenabtrag um das 30-fache und mehr zu. In diesem Zusammenhang soll auch auf das neuerdings in Mode gekommene Abfahren in Aufforstungsflächen und Waldlichtungen hingewiesen werden, das an der Waldverjüngung große Schäden verursacht und somit die Schutzfunktion des Waldes in Frage stellen kann (siehe Hensler, 1972, Scheiring, 1977).

Die höheren Abflußwerte auf Almflächen, die im Winter als Skipisten genutzt werden, sind u. a. auf stärkere Verdichtung durch Skifahrer und Pistenfahrzeuge und auf Eisbildung zurückzuführen, wodurch eine Verminderung der Durchwurzelungstiefen und damit Reduzierung des Wasserspeichervermögens herbeigeführt wird.

5.1 Zusammenhänge zwischen Oberflächenabfluß und Wurzelmasse

Es hat sich gezeigt, daß die Oberflächenabflüsse weitgehend von der Wurzeltiefe und der Wurzelmasse der Vegetationsdecke abhängt. Wie in einer Untersuchung über Blaikenbildung (Karl, 1961, Schauer 1975) festgestellt, sind grasreiche Rasengesellschaften, die nur ein flachgründiges bis in etwa 20 cm Bodentiefe reichendes Wurzelsystem besitzen, viel anfälliger gegen Bodenerosion, während Vegetationseinheiten mit hohem Anteil an tiefwurzelnenden Kräutern gegen Blaikenbildung wesentlich stabiler sind.

Tabelle 2 zu 5. und 5.1

Oberflächenabflüsse und Bodenabträge der Beregnungsversuche auf den drei Standortseinheiten R (unveränderter Randbereich), P (Pistennutzung ohne Bodenbewegung und Ansaat), PA (planierter Piste mit Ansaat)

Standortseinheit	Höhe ü. NN m	Neigung ‰	Vegetation	Wurzelmasse g/m ²	Abfluß ‰	Gesamt-abtrag kg/100 m ²
Beregnungsversuche 1978 Garmisch-Partenkirchen (Olympia- und Kandahar-Abfahrt)						
R	1170	27	Fi-jungwuchs	—	3	0,09
R	1160	58	Mischwald	2450	0	0
R	1240	39	Fi-jungwuchs	825	26	0,6
R	1150	40	Fi-jungwuchs	—	0	0
R	1140	36	Mischwald	—	0	0
R	1140	38	Mischwald	—	0	0
PA	1170	22	Ansaat	335	67	1,6
PA	1160	14	Ansaat	320	73	1,5
PA	1230	26	Ansaat	748	32	0,2
PA	1220	55	Ansaat	—	0	0
Beregnungsversuche 1979 Winklmoos-Alm (Zigeunermarterl-Abfahrt)						
R	950	16	Mischwald	—	25	0
R	960	18	Mischwald	—	0	0
R	970	18	Mischwald	—	0	0
PA	950	25	Ansaat	—	92	1,8
PA	960	22	Ansaat	—	78	1,2
R	800	24	Ansaat	—	86	2,4
Beregnungsversuche 1979 Hohenaschau (Kampenwand-Abfahrt)						
PA	970	23	Mischwald	—	0	0
R	810	22	Mischwald	—	0	0
PA	880	38	Ansaat	—	62	7,9
P	820	25	Mähweide	—	44	0
P	810	30	Mähweide	—	51	0
Beregnungsversuche 1979 Spitzingsee (Dreitannen-Abfahrt)						
P	1220	50	Almweide	—	48	2,1
P	1220	40	Almweide	—	38	0,5
Beregnungsversuche 1979 Bayrischzell (Rosengasse)						
R	1050	20	Almweide	—	38	0
R	1050	20	Almweide	—	33	0
R	1060	30	Almweide	—	33	0
R	1060	32	Almweide	—	36	0
R	1080	55	Almweide	—	13	0
Beregnungsversuche 1980 Oberstdorf (Fellhorn-Abfahrt)						
PA	1700	49	Ansaat	490	79	9,9
PA	1710	49	Ansaat	370	72	11,6
P	1720	60	Almweide	1030	15	0
P	1680	33	Almweide	—	63	0
Beregnungsversuche 1975 Grasgehrenalpe (Skipiste)						
PA	1450	34	Ansaat	—	88	176,4

Betrachtet man eine Wiederbegrünung einer Piste in der montanen und subalpinen Stufe, so fällt bereits der schütterere Bewuchs und der geringe Deckungsgrad auf, der wie Abb. 1 zeigt, mit zunehmender Meereshöhe abnimmt. Die oberirdische Masse ist also in den meisten Fällen, verglichen mit naturnahen Rasengesellschaften (siehe auch Cernusca, 1977) wesentlich geringer. Häufig tritt hier infolge des höheren Oberflächenabflusses Rinnenerosion in Form von tiefen Rinnen und Gräben auf, da die oberirdischen Teile der Gräser und Kräuter keinen genügenden Schutz gewährleisten. Aber auch in „optimal“ begrüneten Pistenflächen mit einer nahezu geschlossenen Vegetationsdecke liegen die Oberflächenabflüsse wesentlich höher als beispiels-

weise auf Almwiesen. Offenbar liegt hier die Ursache des unterschiedlichen Verhaltens des Niederschlagswassers in dem noch mangelhaft ausgebildeten Wurzelsystem, dessen Aufgabe es ist, unter anderem die Humusdecke zu verankern, genügend Porenvolumen und somit Wasserspeichervermögen zu schaffen. Um diese Frage zu klären, wurden Messungen der Wurzelmasse von 20 x 20 cm großen Rasensoden aus Ansaatflächen, aus Almflächen und aus Waldflächen vorgenommen (siehe Tab. 2). Dabei fallen wiederum die geringen Werte der Wurzelmasse in den angesäten Pistenflächen mit 320 g/m², 335 g/m², 370 g/m², 400 g/m² und 750 g/m² auf, während die Pflanzendecke der randlichen, nicht rekultivierten Flächen durchwegs hö-

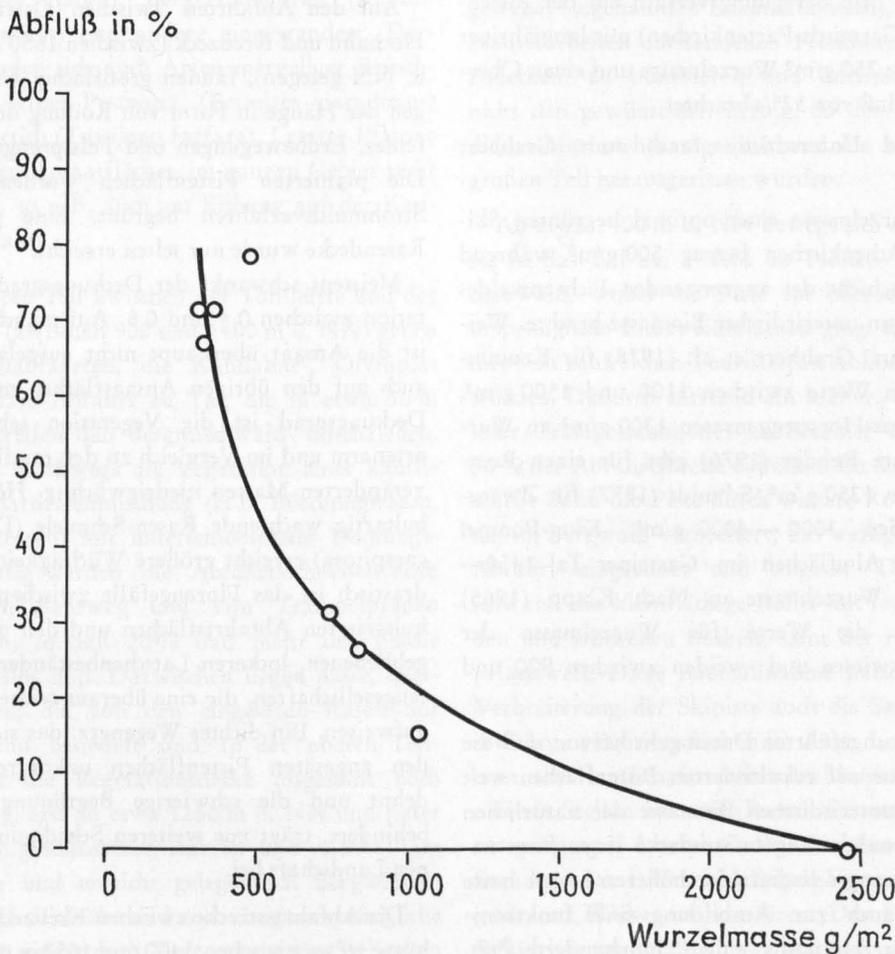


Abb. 2 Zusammenhang zwischen Wurzelmasse der Vegetation und Oberflächenabfluß bei Beregnungsversuchen

here Werte aufweist, so z. B. ein Borstgrasrasen mit 1030 g/m², die Krautschicht eines Fichtenjungwaldes mit 825 g/m² und die eines Fichten-Tannen-Buchen-Altbestandes mit 2450 g/m².

Wie Tab. 2 zeigt, besteht zwischen Wurzelmasse und Oberflächenabfluß ein enger Zusammenhang. Beispielsweise betrug der Abfluß auf der angesäten, schwach geneigten Pistenfläche am Fellhorn 73%, und die Wurzelmasse ergab 335 g/m², während auf dem benachbarten Borstgrasrasen trotz größerer Neigung der Abfluß nur bei 26% lag, die Messung der Wurzelmasse ergab 1030 g/m².

Diesem Borstgrasrasen waren auch Almrosen zu etwa 10% beigemischt, die bei den Wurzelproben nicht miterfaßt wurden. Ebenso deutlich ist der Zusammenhang von Wurzelmasse und Oberflächenabfluß bei dem Beregnungsversuch auf der Pistenfläche (in Garmisch-Partenkirchen) mit langjähriger Ansaat, die 750 g/m² Wurzelmasse und einen Oberflächenabfluß von 32% brachte.

Ähnliche Unterschiede fand auch Grabherr (1977).

Die Wurzelmasse einer optimal begrüneten Skispiste bei Achenkirchen betrug 500 g/m², während die Krautschicht des angrenzenden Fichtenwaldes 1300 g/m² an unterirdischer Biomasse brachte. Weiterhin führt Grabherr et al. (1978) für Krummseggenrasen Werte zwischen 1100 und 1500 g/m², für Blaugras-Horstseggenrasen 1300 g/m² an Wurzelmasse an. Rehder (1976) gibt für einen Rostseggenrasen 1250 g/m², Schmidt (1977) für Zwergstrauhaiden 3000 — 4000 g/m², Klug-Pompel (1978) für Almflächen im Gasteiner Tal 1450—1050 g/m² Wurzelmasse an. Nach Klapp (1965) schwanken die Werte für Wurzelmasse der Wirtschaftswiesen und -weiden zwischen 900 und 1500 g/m².

Aus den angeführten Daten geht hervor, daß die Wurzelmasse auf rekultivierten Pistenflächen weit unter der unterirdischen Biomasse der natürlichen oder naturnahen Vegetationsdecke liegt. Eine natürliche Rasengesellschaft der höheren Lagen hatte allerdings auch zur Ausbildung eines funktionsfähigen Wurzelsystems einige Jahrhunderte Zeit, was von einer eingebrachten Rasenmischung aus

standortsfremden Arten auf meist ungünstigen Verhältnissen (Rohboden, fehlende Humusschicht, Bodenverdichtung und längere Schneebedeckung infolge des Skibetriebes, s. o.) nicht in einem Jahrzehnt erwartet werden kann. In den meisten Fällen erfolgt daher der Ausfall vieler Arten schneller als die Einwanderung von ursprünglichen Pflanzen; die Ansaat muß in kurzen Zeitabständen als „Dauerwiederbegrünungsversuch“ wiederholt werden, wobei allerdings nur ein optischer Grüneffekt, nicht aber die erwünschte Stabilität erreicht wird.

6. Zur Situation der untersuchten Skiabfahrten

6.1 Skiabfahrten im Bereich der Osterfelder und am Kreuzeck, Gde. Garmisch-Partenkirchen

Auf den Abfahrten zwischen Osterfelderkopf, Hochalm und Kreuzeck (zwischen 1650 und 2000 m ü. NN gelegen), fanden großflächig Umgestaltungen der Hänge in Form von Rodung der Latschenfelder, Erdbewegungen und Felssprengungen statt. Die planierten Pistenflächen wurden meist im Strohmulchverfahren begrünt. Eine geschlossene Rasendecke wurde nur selten erreicht.

Meistens schwankt der Deckungsgrad der Vegetation zwischen 0,4 und 0,6. Auf manchen Flächen ist die Ansaat überhaupt nicht aufgelaufen. Aber auch auf den übrigen Ansaatflächen mit höherem Deckungsgrad ist die Vegetation sehr schütter, artenarm und im Vergleich zu den randlichen, nicht veränderten Matten niedrigwüchsig. Höchstens die bultartig wachsende Rasen-Schmiele (*Deschampsia caespitosa*) erreicht größere Wüchsigkeit. Besonders drastisch ist das Florengefälle zwischen diesen rekultivierten Abfahrtsflächen und den ursprünglich gebliebenen, lockeren Latschenbeständen und Mattengesellschaften, die eine überaus reiche Artenfülle aufweisen. Ein dichtes Wegenetz, das sich auch auf den angesäten Pistenflächen unkontrolliert ausdehnt und die schwierige Begrünung zusätzlich behindert, trägt zur weiteren Schädigung der alpinen Landschaft bei.

Die Abfahrtsstrecke zwischen Kreuzeck und Toni-hütte (etwa zwischen 1400 und 1650 m ü. NN) liegt bereits in der subalpinen Fichtenwald-Stufe. Unter-

halb dem Kreuzeckhaus befindet sich eine größere Lichtweidefläche, die neben einem dichten Wegenetz auch einige Trittschäden und Schurfstellen in den natürlichen, aus Alpenfettweiden und Blaugras-Horstseggenrasen bestehenden Rasengesellschaften aufweist. Die talwärtsführenden Skischneisen (oberer, mittlerer und unterer Weg), die in die Kreuzwank-, beziehungsweise bei der Tröglhütte in die Kandahar-, Olympia- und Hausberg-Abfahrt einmünden, benützen teilweise alte Wege; zusätzliche Rodung des subalpinen Fichtenwaldes war jedoch zur Verbreiterung und teilweise zur Neuanlage der Abfahrten nötig. Die Flächen wurden, soweit sie nicht als Fahrstraßen ausgebaut sind, eingegrünt. In die Ansaatflächen sind aus dem Randbereich einige Arten wie Kahler Alpendost (*Adenostyles glabra*), Berg-Hahnenfuß (*Ranunculus montanus*) und andere eingewandert. Darunter befinden sich auch Arten mergeliger Rutschhänge wie Alpen-Pestwurz (*Petasites paradoxus*) und Huflattich (*Tussilago farfara*). Letzter Pflanze tritt auf den Ansaatflächen im ganzen Gebiet recht häufig auf, so z. B. auch am Eishang auf der Kandahar-Abfahrt.

Im unteren Teil zwischen der Tonihütte und der Talstation (zwischen 900 und 1400 m ü. NN) gehen drei Hauptabfahrten, die Kandahar-, Olympia- und Standard-Abfahrt zu Tal, die in etwa 50 m breiten Streifen den Bergmischwald durchziehen. Sie tragen durchwegs die Vegetation einer käuflichen Standardrasenmischung (z. B. Böschungsrasen, Sportplatzrasen) mit unterschiedlichem Deckungsgrad. Häufig werden die Abfahrtsschneisen noch von einem Fahrweg und von Trampelpfaden durchzogen, so daß 20% und mehr der Fläche vegetationslos sind. Dazwischen liegen nasse, quellige Stellen, die von den eingesäten Rasen nur unzureichend besiedelt sind. In der oberen Teilstrecke ist die Vegetationsdecke insgesamt noch recht lückig, erst ab etwa 1250 m ü. NN und tiefer beginnt sie geschlossener, stabiler und reichhaltiger zu werden und erreicht gelegentlich Bergwiesencharakter. In Talnähe sind auch einige ursprüngliche Bergwiesen eingestreut. Vegetationsfreie Stellen an Hangkanten und an typischen Abschwingstellen

kommen bis in Talnähe vor, da auch hier die Vegetationszeit zur Ausheilung der Bodenverwundungen nicht ausreicht, zumal Trittschäden durch Wanderer im Sommer die Nachsaat gefährden.

6.2 Skiabfahrten am Herzogstand bei Urfeld, Gde. Walchensee

Die ursprüngliche Vegetation der oberen Höhenbereiche zwischen 1450 und 1650 m ü. NN besteht aus Blaugras-Horstseggenrasen und Latschenfeldern, die auf den Abfahrten größtenteils entfernt wurden. Der Begrünungserfolg auf den planierten und angesäten Pistenflächen ist recht dürftig. Besonders im Bereich der sogenannten Schrägfahrt liegt der durchschnittliche Deckungsgrad bei 0,5. Der Versuch, mittels eines engmaschigen Kunststoffgewebes (sogenannten Enkamattmatten), die bei den Planierarbeiten entstandenen Felsschuttflächen abzudecken, zu humisieren und anzusäen, brachte nicht den gewünschten Erfolg, da der Humus aus diesen Matten herausgespült und die Matten zum großen Teil herausgerissen wurden.

Ab etwa 1400 m ü. NN bewegt sich die Abfahrt bis in das Tal bei Urfeld im Fichten-Tannen-Buchenwald, wobei die Piste im oberen Teil über ursprüngliche Lichtweideflächen ging, die im Sommer von zahlreichen Touristen als Abkürzer benutzt wurden. Dadurch entstand ein breiter, vegetationsloser Trampelsaum, der im Sommer 1978 bis zu 30% der Abfahrtsbreite einnahm. Im Sommer 1979 wurde dann die Piste durch weitere Rodungsarbeiten im Bergwald verbreitert, das wellige Profil der Abfahrt eingeebnet und angesät. Dadurch verschwand das kleinflächige Relief mit feuchten Mulden und trockenen Buckeln samt der reichhaltigen Pflanzwelt. Diese Baumaßnahme hatte neben der Verbreiterung der Skipiste auch die Sanierung der erwähnten Erosionsflächen im Auge. Letztere hätte man aber landschaftsschonender durch Ansaat der offenen Stellen mit einer Rasenmischung aus standortsgerechten Arten herbeiführen können, ohne die Standorte samt der reichhaltigen Vegetation auf der gesamten Fläche zu zerstören. Der Erfolg dieser Rekultivierungsmaßnahme bestand im Sommer 1980 in einem zarten Schleier aus Grashalmen, die

aus der Strohmulchdecke spitzten. Es ist zu befürchten, daß diese spärlich entwickelte Vegetationsdecke der Belastung der Skisaison kaum gewachsen ist. Der endgültige Ausbau der unteren Teilstrecke war bis zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht abgeschlossen.

6.3 Dreitannenabfahrt am Spitzingsee, Gde. Schliersee

Diese im Sommer als Almweide benutzte Skiabfahrt, die zwischen 1200 und 1350 m ü. NN liegt, besteht aus verschiedenen, naturnahen Rasengesellschaften, wobei die borstgrasreiche Kammgras-Weidelgrasweide den größten Raum einnimmt. Im unteren Teil treten noch einige Vernässungsstellen mit Niedermoorvegetation auf. Auffallende Schäden oder Bodenverwundungen durch den Skibetrieb sind, mit Ausnahme in unmittelbarer Nähe der Tal- und Bergstation des Schleppliftes, nicht zu verzeichnen. Vielmehr leidet die Vegetation dieser tiefgründigen, tonreichen Böden unter der starken Beweidung. Besonders die quelligen Hangabschnitte sind nach Regenperioden stark vom Vieh zertreten.

6.4 Abfahrten am Sudelfeld, Gde. Bayrischzell

Der Großteil der Abfahrten im Sudelfeldgebiet (zwischen 1000 und 1400 m ü. NN gelegen) befindet sich auf Almflächen. Unter den Rasengesellschaften nehmen die Rotschwingelwiese und die Kammgras-Weidelgrasweide mit unterschiedlich hohem Anteil des Borstgrases (*Nardus stricta*) den größten Raum ein. Vegetationsschäden durch Skibetrieb sind relativ gering und beschränken sich hauptsächlich auf die Liftanlagen und deren unmittelbare Nähe.

6.5 Kampenwandabfahrt, Gde. Aschau

Im oberen Teil der Abfahrt, etwa zwischen 1250 und 1450 m ü. NN, beschränken sich die Planierarbeiten auf einen Skiweg zwischen der Seilbahnbergstation und der Schlechtenberger-Alm und auf einige Erdbewegungen im Bereich der zusätzlichen Liftanlagen in dem Almgelände zwischen der Steinling- und der Schlechtenberger-Alm. Das übrige Almgelände weist zahlreiche Viehgangl und Trittschäden auf. Bodenverwundungen durch Ski-

betrieb halten sich in Grenzen, dagegen sind die Wiesen im Umkreis der Almen und Berggaststätten durch den Sommertourismus in Form von Wegen, Abkürzern und Lagerplätzen in Mitleidenschaft gezogen. Ab etwa 1250 m ü. NN führt die Hauptabfahrt in einer 50—80 m breiten, planierten und angesäten Schneise durch den Bergwald. Der Deckungsgrad der Ansaatflächen beträgt 0,8—1,0. Größere vegetationsfreie Stellen beschränken sich auf Steilstücke und dort vor allem auf die randlichen Partien, auf denen der Schnee, vom angrenzenden Wald beschattet, länger liegen bleibt. Diese Flächen werden im Frühjahr von Skifahrern besonders strapaziert, so daß die Vegetation ausbleibt und vermehrte Rinnenerosion auftritt.

Gelegentlich treten an quelligen Stellen der Piste kleine Rutschungen auf, die meistens mit Arten der Ruderal- und Kahlschlagfluren wie Acker- und Gemeine Kratzdistel (*Cirsium arvense* und *C. vulgare*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Fuchs-Greiskraut (*Senecio fuchsii*), Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), Wasserdost (*Eupatoria cannabina*) und Flatter-Binse (*Juncus effusus*) besiedelt sind.

6.6 Hochplattenlifte, Gde. Marquardtstein

Der obere, etwa zwischen 1000 und 1200 m ü. NN gelegene Teil der Abfahrt befindet sich auf Almgelände, das vom Skibetrieb, außer im Bereich der Liftanlagen wenig Spuren zeigt. Auch der nächste, steilere Abschnitt zwischen 900 und 1100 m ü. NN weist nur Trittschäden durch das Weidevieh auf, die besonders an den steileren Hängen in Erscheinung treten. Ab etwa 900 m ü. NN durchschneidet die Abfahrt bis in das Tal bewaldetes Gelände. Kahlhieb, Erdbewegungen und Wiederbegrünungen mit den bekannten Erscheinungen wie Artenverarmung und teilweisem Ausbleiben der Ansaat werden sichtbar. Auf einem quelligen Hangabschnitt bei etwa 840 m ü. NN, gekennzeichnet durch Winkel-Segge (*Carex remota*), Hänge-Segge (*Carex pendula*) und Kohldistel (*Cirsium oleraceum*) und anderen Arten quellig feuchter Standorte, entstanden nach der Rodungstätigkeit und den Erdbewegungen zwei größere Rotationsanbrüche. Ableitung des Hang- und des Grund-

wassers mittels mehrere Meter tiefer Abfanggräben, die nicht nur das Oberflächenwasser erfassen, wären notwendig gewesen. Eine Rasenansaat allein bleibt hier wirkungslos.

6.7 Zigeunermarterlabfahrt auf der Winkelmoosalm, Gde. Reit im Winkel

Die Abfahrt bewegt sich etwa zwischen 950 und 1200 m ü. NN. Im oberen Teil benützt sie die breiten Flächen der Roßalm, einer seggenreichen, ziemlich feuchten bis nassen Weidefläche. Durch die Bauarbeiten an den Liftanlagen ist die ursprüngliche Vegetation stark in Mitleidenschaft gezogen. Ab etwa 1150 m ü. NN bis zur Talstation des Zigeunermarterlliftes wurde eine 60–80 m breite Waldschneise geschlagen und die geplante Fläche angesät.

Neben den angesäten Arten haben sich zahlreiche Ruderalarten wie Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Rote Lichtnelke (*Melandrium rubrum*), Brennessel (*Urtica dioica*) und Kriech-Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) eingestellt. Der Deckungsgrad beträgt meistens 0,8. Die quelligen, mergeligen Hänge zeigen viele Trittschäden durch das Weidevieh. Die anhand der Beregnungsversuche ermittelten Oberflächenabflüsse sind hier durchwegs sehr hoch (siehe Tabelle 2).

6.8 Skiabfahrt am Hochfelln, Gde. Bergen

Der Gipfelbereich des Hochfelln (zwischen 1670 und 1540 m ü. NN) besteht aus Almweideflächen, lockerem Latschengebüsch und steinigten Matten. Für die Skiabfahrt wurden etwa 30% des ehemaligen Borstgrasrasens und der Alpenfettweiden des Gipfelhanges in Ansaatflächen mit schütterem Bewuchs umgewandelt. Besonders landschaftszerstörende Eingriffe fanden im Bereich des nächsten, zwischen 1540 und 1250 m ü. NN liegenden Abschnittes statt, nämlich im Bereich der östlich des Gipfels liegenden Scharte und hauptsächlich im anschließenden, nach NO exponierten Steilhang in Form von Felssprengungen und aufwendigen Planierarbeiten. Dabei wurde die Zwergstrauch- und die Kampfzone des Waldes stark in Mitleidenschaft gezogen. Im anschließenden Almgelände wurden

zur Zeit der Begehung im Herbst 1979 noch weitere Rodungen störender Bäume im Bereich der Abfahrt vorgenommen.

Zwischen 650 und 1200 m ü. NN bewegt sich die Abfahrt wiederum größtenteils auf ehemaligem Waldgelände. Die gerodete und geplante Pistenfläche bekam eine künstliche Ansaat, die im oberen Teil verhältnismäßig schütter ist. Ab etwa 1000 m ü. NN und tiefer besteht sie aus einer geschlossenen und landwirtschaftlich genutzten Vegetationsdecke.

6.9 Skiabfahrt am Unternberg, Gde. Ruhpolding

Die Abfahrt benützt zunächst das Almgelände auf dem schwach geneigten Höhenrücken zwischen dem Gipfel des Unternberges (1425 m ü. NN) und der Unternbergalm (1355 m ü. NN). Für diesen Abschnitt gibt es aus vegetationskundlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht nichts besonderes zu bemerken. Erst in dem anschließenden Steilhang treten durch den Ausbau der Piste Landschaftsschäden auf, die zwischen 1100 und 1250 m ü. NN besonders gravierend ins Auge fallen. Dort wurde die Abfahrtsschneise auf etwa 50 m Breite ausgeweitet, geplant und angesät. Die Ansaat erreicht meist nur einen Deckungsgrad von 0,6. Die Abfahrtsschneise stellt hier gleichsam einen 60 m breiten Hohlweg dar, auf dem bei Starkregen das Oberflächenwasser herabschießt und infolge der fehlenden oder nur mangelhaft ausgebildeten Rasendecke zu tiefer Rinnenerosion führt, so daß zahlreiche Gräben bis zu 50 cm Tiefe und mehr vorkommen. Gleichzeitig treten am Rand dieses Hohlweges Rotationsbrüche auf. Im unteren Teil zwischen 1000 und 1100 m ü. NN war zur Zeit der Begehung im Sommer 1979 die Ansaat mit einer Deckung von 0,9 einigermaßen intakt. Der daran anschließende Pistenabschnitt bis zur Raffner-Alm war mit Strohmulch abgedeckt, wobei an den steileren Stellen das Stroh bereits wieder abgeschwemmt und beginnende Rinnenerosion erkennbar war.

6.10 Abfahrt am Jenner, Gde. Berchtesgaden

Die Skiabfahrt im Gipfelbereich des Jenner zwischen 1550 und 1800 m ü. NN ist zum größten Teil geplant und mit einer künstlichen Ansaat begrünt.

Dazu waren Rodungen des Latschenbestandes und umfangreiche Erdbewegungen in den subalpinen Rasengesellschaften nötig. Die Vegetation des Jennergipfels ist besonders artenreich, so daß dort das Florengefälle zwischen den ursprünglich gebliebenen Bereichen und den angesäten Flächen, auf denen die Pflanzendecke meist nur einen Deckungsgrad von 0,5—0,7 erreicht, besonders drastisch ins Auge fällt. Auch hier wird der Erfolg von Nachbegrünungen durch den Sommertourismus stark beeinträchtigt. Ab Höhe der Mitterkaser-Alm, bei 1540 m ü. NN, benützt die Abfahrt eine Almstraße und daran anschließend die als Almweiden genutzten Jennerwiesen. Bodenverwundungen sind dort überwiegend durch Viehtritt und nur selten durch den Skibetrieb, mit Ausnahme im Bereich der Liftanlagen, verursacht.

Ab der Jenner-Mittelstation bei 1200 m ü. NN besteht die Skipiste bis in das Tal wiederum aus einer 30—50 m breiten Waldschneise, die im oberen Teil noch eine schütterere Rasendecke mit einem Deckungsgrad von etwa 0,8—0,9 trägt. Ab etwa 1000 m ü. NN und tiefer ist der Rasen bis auf einige Steilstellen und Hangkanten geschlossen.

7. Zusammenfassung

Die Untersuchung über Vegetationsveränderung und deren Folgen auf Skipisten brachte folgende Ergebnisse:

Durch Erdbewegung und Planierarbeiten geht zunächst die ursprünglich vorhandene Vegetation verloren. Eine Wiederbegrünung besteht aus im Handel erhältlichen Arten, die nicht standortsgemäß sind. Einwanderung von Arten aus dem unveränderten Randbereich in die Ansaaten erfolgt nur sehr langsam, so daß sich eine naturnahe Rasengesellschaft in absehbarer Zeit nicht einstellen wird. Die durchschnittliche Artenzahl der Aufnahmeflächen im unveränderten Randbereich beträgt 30,9, die auf Almflächen mit Pistennutzung ohne Bodenbewegung und ohne Ansaat 30,2 und die der Flächen auf planierten Pisten mit Ansaat nur 16,4.

Zu den angesäten Arten siedeln sich in den tieferen Lagen unter 1400 m ü. NN hauptsächlich Ackerunkräuter und Ruderalpflanzen an, in den

höheren Lagen über 1400 m ü. NN hauptsächlich Pionierpflanzen der Rohböden und der steinigen Matten.

Der Deckungsgrad der Vegetation auf den rekultivierten Flächen nimmt mit zunehmender Meereshöhe ab. Ab etwa 1400 m ü. NN wird eine funktionsfähige Wiederbegrünung durch Ansaat problematisch und ab 1600 m ü. NN fast aussichtslos.

Die wasserwirtschaftliche Wirksamkeit der künstlichen Ansaaten ist sehr gering. Die Durchschnittswerte für Oberflächenabflüsse und der Abträge betragen in Pistenansaaten 66 % und 3,1 kg/100 m², in naturnahen Rasengesellschaften mit Pistennutzung 43,2 % und 0,6 kg/100 m², in naturnahen Rasengesellschaften ohne Pistennutzung 30,6 % und 0,2 kg/100 m² und in Wäldern 4,9 % und 0,06 kg/100 m².

Die Wurzelmasse der Ansaatflächen ist mit 300 bis 700 g/m² wesentlich geringer als die der naturnahen Rasengesellschaften oder der Krautschicht in Wäldern, die bei 800 bis 2500 g/m² liegt.

Es besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen Oberflächenabfluß und der Wurzelmasse.

Die Vegetation einer rekultivierten Fläche auf Skipisten mit weit unter dem Durchschnitt liegender oberirdischer wie unterirdischer Biomasse kann eine natürliche Rasenvegetation oder Waldvegetation, die zur Entstehung Jahrhunderte Zeit brauchte, in absehbarer Zeit nicht ersetzen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Thomas Schauer
Ziegelei 3
8191 Gelting

Literatur

- Bunza, G.: Vergleichende Messungen von Abfluß und Bodenabtrag auf Almflächen des Stubnerkogels im Gasteiner Tal. In: Cernusca, A. (ed): Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal. Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern 2, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, 1978
- Cernusca, A.: Ökologische Veränderungen im Bereich von Skipisten. In: Sprung, R. und König, B. (ed): Das österreichische Skirecht. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck 1977
- Friedl, W.: Grundsätze für den Bau von Skiabfahrten. Mitt. d. Österr. Inst. f. Schul- u. Sportstättenbau, H. 4, 1969
- Grabherr, G.: Primärproduktion und Ertrag auf einer begrünten Skiabfahrt und im Unterwuchs eines Blaugras-Föhrenwaldes (Achenkirch, Tirol). In: Cernusca (ed): Ökologische Veränderungen durch das Anlegen von Skiabfahrten an Waldhängen. Beiträge zur Umweltgestaltung A 62, Teil I, E. Schmidt-Verlag, Berlin, 1977
- Grabherr, G., Mähr, E., Reisingl, H.: Nettoprimärproduktion und Reproduktion in einem Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) der Ötztaler Alpen, Tirol. *Oecol. Plant.*, 13 (3), 1978
- Hanausek, E.: Standpunkt der Wildbach- und Lawinerverbauung zur Anlage von Skiabfahrten. Mitt. d. Österr. Inst. f. Schul- u. Sportstättenbau, H. 4, 1969
- Hensler, W.: Bau und Betrieb von Skiabfahrten aus der Sicht des Forstmannes. Allg. Forstzeitung, Wien, 83, 1972
- Karl, J.: Blaikenbildung auf Allgäuer Blumenbergen, Jahrb. Verein z. Schutz d. Alpenpflanzen und -tiere, 26, 1961
- Karl, J.: Erosionsversuche auf zwei Skiabfahrten und im angrenzenden Wald bei Achenkirchen, Tirol. In: Cernusca, A. (ed): Ökologische Veränderungen durch die Anlagen von Skiabfahrten an Waldhängen. Beiträge zur Umweltgestaltung, A 62, Teil I, E. Schmidt-Verlag, Berlin, 1977
- Karl, J. und Toldrian, H.: Eine transportable Beregnungsanlage für Messung von Oberflächenabfluß und Bodenabtrag. *Wasser und Boden*, 3, 1973
- Klug-Pompe, B.: Phytomasse und Primärproduktion von unterschiedlich bewirtschafteten Almflächen im Gasteiner Tal. In: Cernusca, A. (ed): Ökologische Analysen v. Almflächen im Gasteiner Tal, Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern 2, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, 1978
- Neuwinger, I. und Friedrich, F.: Der Einfluß von Skipistenanlagen auf die Bodenbeschaffenheit. In: Cernusca, A. (ed): Ökologische Veränderungen durch das Anlegen von Skiabfahrten an Waldhängen. Beiträge zur Umweltgestaltung, A. 62, Teil I, E. Schmidt-Verlag, Berlin, 1977
- Rehder, H.: Nutrient turnover studies in alpine ecosystems. I. Phytomass and nutrient relations in four mat communities of the Norther Calcareous Alps. *Oecologia* 22, 1976
- Schauer, Th.: Die Blaikenbildung in den Alpen. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, H. 1, 1975
- Scheiring, H.: Zur Problematik von Skiabfahrten in Waldgebieten. In: Cernusca, A. (ed): Ökologische Veränderungen durch das Anlegen von Skiabfahrten an Waldhängen. Beiträge zur Umweltgestaltung, A. 62, Teil I, E. Schmidt-Verlag, Berlin, 1977
- Schmidt, L.: Phytomassevorrat und Nettoprimärproduktivität alpiner Zwergstrauchbestände. *Oecol. Plant.*, 12, 1977
- Spieß, H.: Grundsätze für den Bau von alpinen Skirennstrecken. Mitt. d. Öster. Inst. f. Schul- und Sportstättenbau, H. 4, 1969
- Toldrian, H.: Wasserabfluß und Bodenabtrag in verschiedenen Waldbeständen. Allg. Forstzeitung, Wien, 49, 1974

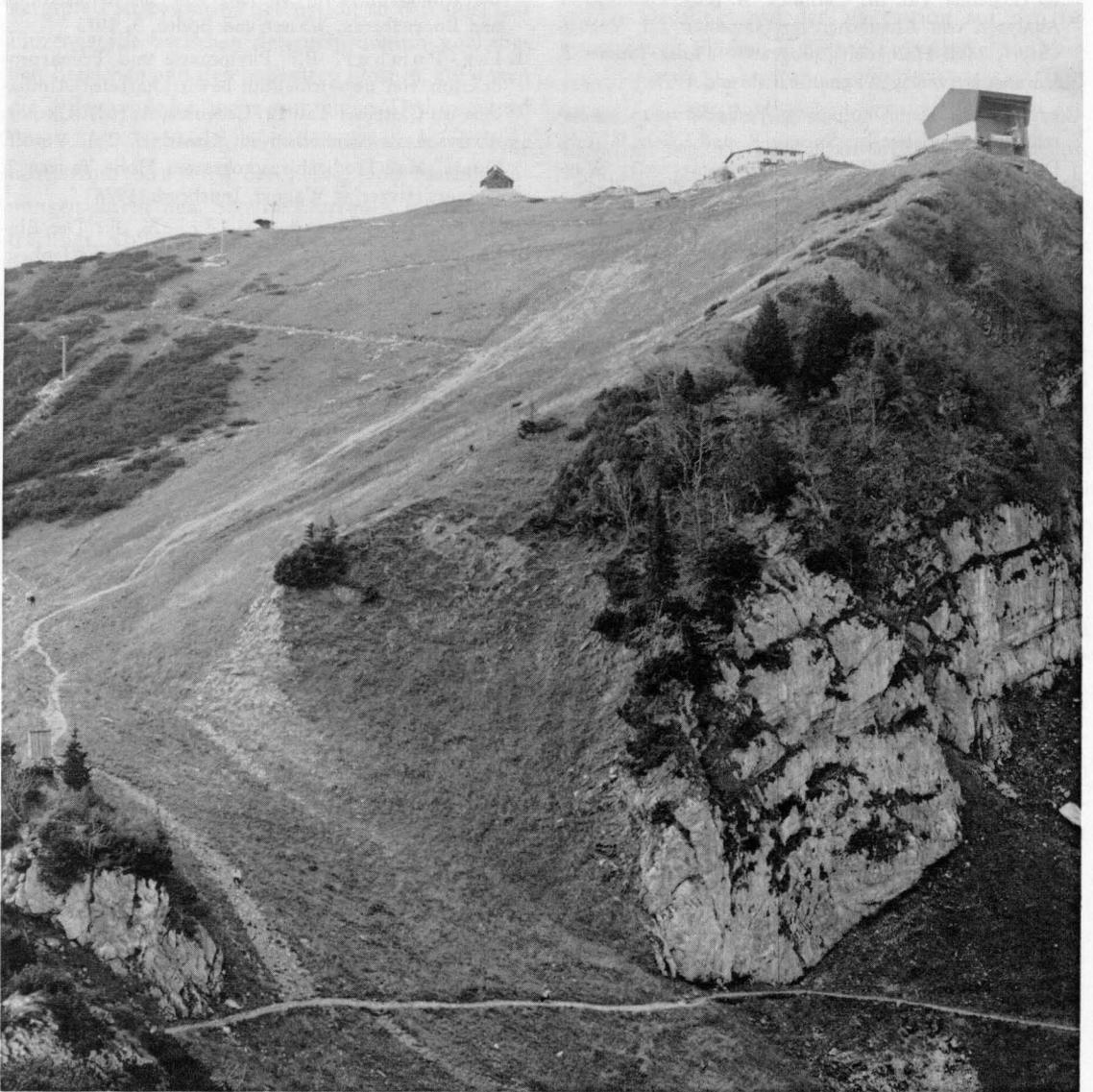


Abb. 3 Ein Großteil der Latschenfelder, der blumenreichen Almweiden und der naturnahen Rasengesellschaften wurden bei der Anlage einer Skiabfahrt im Gipfelbereich des Hochfeltn planiert und in artenarme Ansaatflächen mit nicht standortgemäßer Vegetation verwandelt.



Abb. 4 Um die Skiabfahrt für den Massentourismus zu entschärfen mußten landschaftszerstörende Eingriffe wie Felssprengungen und aufwendige Erdbewegungen vorgenommen werden. Dies bedeutet nicht nur optisch eine Einbuße an landschaftlicher Schönheit, sondern auch einen Verlust an artenreichen und vielfältigen Lebensräumen, die zu ihrer Entstehung viele Jahrhunderte benötigten. Ihre Wiederherstellung und Ausheilung wird ebenso die Zeit vieler Menschengenerationen beanspruchen.



Abb. 5 Durch Erdbewegung und Planierarbeiten wurde die dünne Humusschicht entfernt. Anstelle einer Alpenrosen-Hochstaudenflur bedeckt ein schütterer Rasen aus Gemeinem Lolch, Rasen-Schmiele, Rot-Schwengel und anderen Gräsern der Tieflagen den steinigen Boden, dessen restliche Humus- und Feinerdeteilchen vom Regen ausgespült werden. Gegenüber den naturbelassenen Hangflächen im Hintergrund stieg der Bodenabtrag um den dreißigfachen Wert.



Abb. 6 Zur Verbreiterung der Piste mußte ein Teil des Bergwaldes geopfert werden. Die eingeebneten Pistenflächen wurden angesät. An dem sprießendem Grün der künstlich eingebrachten Ansaat labt sich ein Gamsrudel. Es werden noch viele Jahre vergehen, bis sich die Vegetationsdecke schließt, und selbst dann wird sie die Schutzfunktion der ursprünglich vorhandenen Pflanzengesellschaften noch nicht übernehmen können.



Abb. 7 Der Skipistenbau forderte in den letzten zwei Jahrzehnten großflächige Rodungen des Bergwaldes, die gebietsweise das Ausmaß der großen Rodungstätigkeit zur Zeit Napoleons übersteigen. Häufig werden diese breiten, in den Bergwald geschlagenen Abfahrtsschneisen mit einer spärlichen Vegetationsdecke noch von einem Fahrweg und von Trampelpfaden durchzogen. Die plötzlich freigestellten Bäume leiden unter Hitzeschäden und häufig treten Verluste durch Windbruch auf, da eine schützende Waldsaumgesellschaft aus Sträuchern samt deren artenreichen Begleitflora fehlt.



Abb. 8 Eine rekultivierte Abfahrtschneise innerhalb des Bergwaldes. Rund 80 % der Niederschläge fließen bei einem heftigen Starkregen an der Oberfläche ab, während der Oberflächenabfluß im benachbarten Bergwald weniger als 5 % beträgt.



Abb. 9 Durch erhöhten Oberflächenabfluß tritt Rinnenerosion in Form von tiefen Rinnen und Gräben auf. Die schütterere Vegetation der künstlich eingebrachten Ansaat aus nicht standortsheimischen Arten gewährleistet keinen ausreichenden Schutz. Die Wahrscheinlichkeit, daß auf rekultivierten Flächen die Arten der ursprünglichen Flora einwandert, ist gering, da häufig die Erosion schneller als die Wiederbesiedlung voranschreitet.

Die Natur des Inntal und Naturschutzgebiete Rumäun



Abb. 10 Eine dauerhafte Wiederbegrünung im Bereich der Waldgrenze und darüber erscheint fast aussichtslos. Häufig werden die geschobenen Pistenflächen im Sommer als Wanderwege und Abkürzer benutzt. Es entstehen große vegetationslose Flächen, in denen vereinzelt einige Pionierarten wachsen. Über 160 Pflanzenarten, die in den benachbarten Randbereichen notiert wurden, treten in den rekultivierten Abfahrtsflächen nicht mehr auf.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [46_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Schauer Thomas

Artikel/Article: [Vegetationsveränderungen und Florenverlust auf Skipisten in den bayerischen Alpen 149-179](#)