

Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck	Band 68	S. 31 - 56	Innsbruck, Nov. 1981
-------------------------------	---------	------------	----------------------

Der Einfluß des Massenschilaufes auf alpine Sauerbodenrasen am Beispiel der Gurgler Heide (Ötztal/Tirol) und Beobachtungen zur Phänologie des Curvuletums

von

Hans HOFER *)

The Influence of skiing tourism to alpine silicat-soil-herbage exemplified by the Gurgler Heide (Ötztal, Tyrol) and observations on the phenology of the Curvuletum

S y n o p s i s : The extensive increase in skiing damages the alpine grasslands. The spreading of ski runs and lifts harms the vegetation. Snowtracks and the steel edges of skis destroy the plant mat which has taken centuries to develop. The consequences are accelerated erosion and, eventually, landslides.

The topic of this work demonstrates the reaction of different species of alpine silicat-soil-herbage to the influence of skiing. In the years 1976 - 1978 three chosen biotopes (a steep curvuletum, a horizontal curvuletum and a moist basin) were observed. For each biotop, an influenced place was compared with a non influenced one. The comparison includes the composition of species and the phenology in each biotop. Additionally, the strategy (flowering, germination, growing, development, storage) of ten important plants of this community was observed.

Many plants show a sensitive reaction to the influence of skiing. *Oreochloa disticha* disappears absolutely (hence it fulfils an indicator function), also the dominance and abundance of *Veronica bellidioides*, *Leucanthemopsis alpina*, *Sempervivum montanum*, *Vaccinium vitis idaea*, *Agrostis rupestris*, *Carex curvula*, lichenes and bryophyta decline. On the other hand, *Phyteuma hemisphaericum* and *Euphrasia minima* thrive. The annual flowering is very small and depends on the weather during the previous summer and autumn. The germination of particular plants differs widely. Generally, it is poor. Also vegetative regeneration and reproduction differ. It is generally more important than the sexual reproduction. The annual growth of shoots is very small (about 1 mm per annum). For these reasons, the remigration of natural vegetation on disturbed soil is retarded.

Einleitung:

Zum Zeitpunkt des Beginns (1976) dieser Arbeit **) wurde das Thema "Skipiste" gerade von Ökophysiologen (CERNUSCA, 1977; GRABHERR, 1978, 1980, 1981) und von Landwirtschaftsfachleuten (PFIFFNER, 1978) intensiv bearbeitet. Vegetationskundliche Analysen fehlten aber noch.

*) Anschrift des Verfassers: Mag. rer. nat. Dr. phil. H. Hofer, Klappholzstraße 15 B, A - 6020 Innsbruck, Österreich.

**) Beitrag zum UNESCO-Programm "MAB - Obergurgl" (MOSER/MOSER 1975) im Rahmen des Projektes 2 "Vegetationsanalyse" (Leiter Prof. Dr. Reisigl) (MOSER, W., 1976).

Wir gingen von der Annahme aus, daß durch den Einfluß der Skipiste die Artenzusammensetzung der betroffenen Vegetation verändert würde. Dies sollte durch Einzelaufnahmen an markanten Biotopen überprüft werden. Zusätzlich sollte die genaue Beobachtung der Phänologie über mehrere Vegetationsperioden hinweg einen Aufschluß darüber geben, ob und wie die einzelnen Arten auf den Einfluß der Skipiste reagierten.

1. Gebiet:

1.1. Geographie:

Das Gebiet, in dem die Untersuchungen für diese Arbeit durchgeführt wurden, befindet sich auf der Gurgler Heide bei Obergurgl im Ötztal und liegt auf $46^{\circ} 52' \text{ n. Br.}$ und $11^{\circ} 03' \text{ ö. L.}$ Die Gurgler Heide, ein trockener und breiter Hang, zieht sich östlich von Obergurgl bis zum Roßkar unterhalb des Festkogels hinauf und ist durch einen großen Sessellift erschlossen, der vom Tal (1900 m) bis zum Roßkar auf 2600 m hinaufführt. Oben befinden sich ein weiterer Sessellift, erbaut 1976 (zw. 2300 und 2700 m), und ein kleiner Schlepplift (2500 bis 2700 m). Alle drei Lifte sind nur im Winter in Betrieb.

1.2. Geologie:

Die Gurgler Heide liegt am Westabhang des hier noch in Richtung N 15. E verlaufenden Schneebergzuges, gehört aber selbst zum Gebiet der "Ötztaler Gneise". Es sind dies Paragneise, also metamorphe Sedimente, die häufig in Form von Biotitplagioklasgneisen auftreten. Anstehend ist dieses Gestein auf der Gurgler Heide nur in einem Erosionsgraben und an der Geländekante, die sich in einer Höhe von 2200 Metern hinzieht und die Gurgler Heide deutlich gegen die darunterliegende Steilstufe abgrenzt. Das übrige Gebiet ist von einer Schuttschicht bedeckt, die im unteren Teil aus feinem bis grobem Material, im mittleren und oberen Bereich aus zum Teil groben Blöcken und Schutthalden besteht. Daher ist die sonst geschlossene Vegetationsdecke im Bereich des groben Blockschuttes oder steiler Schutthalden sehr lückenhaft. Das Schuttmaterial besteht hauptsächlich aus Silikatgestein. An tiefer liegenden Stellen (2100 - 2300 m) findet man aber auch karbonatreiche Gesteine (z.B. Marmor).

1.3. Boden:

Da diese oben beschriebenen karbonathaltigen Gesteine selten auftreten, haben sie für die Bodenbildung nur lokale Bedeutung. An solchen Stellen findet man auch kalkanzeigende Pflanzen. Großflächig kommen nur saure ($\text{pH} = 3,5 - 6$), flachgründige Böden vor (Bodentypen n. SCHATZ, 1976, NEUWINGER, 1970, und DUELLI, 1977). Die Böden an den einzelnen Probestellen sind bei der Beschreibung dieser Stellen angeführt.

2. Klima:

2.1. Niederschlag:

In Obergurgl herrscht — wie auch in anderen inneralpinen Tälern — ein kontinentales Klima. Nach der Karte "Klimatypen im Alpenraum von Tirol" (FLIRI, 1975) gehört die Gurgler Heide zum Gebiet mit mäßig trockenem (75 - 100 cm Jahresniederschlag) bis mäßig feuchtem (100 - 150 cm Jahresniederschlag) Klima mit einem kontinentalen Sommermaximum der Niederschläge. Diese Sommer-niederschläge und das Schmelzwasser verhindern die Ausbildung einer echten Trockenflora, doch erscheint gerade die Gurgler Heide im Sommer als besonders trockenes Gebiet. Denn nach Beendigung der Schneeschmelze sind alle sonst wasserführenden Rinnen und Gräben ausgetrocknet, im gesamten Gebiet ist kein Oberflächenwasser zu finden. Erst etwas tiefer, unter der auffallenden Geländekante treten zum Gurgler Tal und zum Gaisbergtal hin einige Quellen auf.

2.2. Temperatur:

Aus dem Klimadiagramm für Obergurgl kann man entnehmen, daß auch in den Sommermonaten Tage mit einem Temperaturminimum unter 0°C (Frosttage) auftreten können. Es darf daraus geschlossen werden, daß in noch höheren Lagen, so auch auf der Gurgler Heide, die Zahl der Frosttage im Sommer recht hoch ist, was durch die Messungen an der Wetterstation Roßkar (2700 m) auch gezeigt werden konnte (s. Klimadiagramm Obergurgl bei DUELLI, 1977).

2.3. Wind:

Im Sommer setzt fast täglich um die Mittagszeit Nordwind ein, der am Nachmittag beachtliche Stärke erreichen kann und sicher zur Austrocknung des Bodens beiträgt. Südwind ist sehr selten zu beobachten. Im Winter sorgt reichlicher Wind für starke Schneeverfrachtung, sodaß die Kuppen nur eine geringe Schneebedeckung (0 - 10 cm) aufweisen, die Mulden und Tälichen aber 2 - 3 m unter Schnee begraben liegen.

3. Witterungsverlauf:

1976/77 gemessen an der Wetterstation Roßkar (2700 m, oberhalb der Gurgler Heide).

Die Vegetationsperiode begann 1976 auf der Gurgler Heide sehr früh: Schon Mitte Mai war das Gebiet zur Hälfte aper, am 20. Juni lag nur noch in tiefen Mulden Schnee. Verantwortlich war dafür eine ungewöhnlich lange Schönwetterperiode, die erst im Juli durch schlechtes Wetter und tiefe Temperaturen beendet wurde.

Die 7°-Isotherme liegt in diesem Jahr im Juni (s. Isoquantendiagramm). Mit dem Juli sinkt das Temperaturmittel wieder und erreicht im September schon die 1°C-Marke. Ab August fällt häufig Schnee, sodaß im September schon ein großer Teil der Gurgler Heide von Schnee bedeckt ist. Der restliche Herbst bringt keine Besserung mehr.

Ganz anders war der Witterungsverlauf 1977: Am 30. Mai lag noch mehr Schnee als am 15. Mai 1976, am 14. Juli befand sich die Schneeschmelze ungefähr im gleichen Stadium wie am 20. Juni 1976: Nur noch tiefe Mulden ("Schneetälchen") wiesen eine Schneedecke auf, die erst Anfang August verschwunden war. Dafür war in diesem Jahr die Gurgler Heide noch am 16. Oktober vollkommen schneefrei. Diese Beobachtungen spiegeln sich auch in den Temperaturmittelwerten wider:

Tab. 1: Sonnenscheindauer, Lufttemperatur, Niederschlag auf der Hohen Mut (aus GRABHERR e.a. 1978)

	Juni		Juli		August		September	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
Sonnenscheindauer (h)	185,9	131,8	139,6	169,7	112,5	105,7	104,7	120,7
Lufttemperatur (°C)	3,8	3,0	3,4	6,0	2,3	4,4	1,0	2,1
Niederschlag (mm)	—	—	114	71	73	146	120	31

Dieser Witterungsverlauf hatte zur Folge, daß die Vegetationsperiode für die meisten Pflanzen 1977 drei bis vier Wochen später begann als 1976 (s. phänolog. Diagramm).

Noch später begann die Vegetationsperiode 1978: Nach starken Schneefällen in der ersten Juliwoche lag am 17. Juli 1978 mehr Schnee als am 14. Juli 1977 und als am 20. Juni 1976. Auch war in diesem Jahr der weitere Witterungsverlauf für die Vegetationsentwicklung eher ungünstig, heftiger Schneefall in der letzten Septemberwoche und ersten Oktoberwoche wurde von einer sehr langen Schönwetterperiode im Spätherbst abgelöst. Spätblühende Arten (zum Beispiel *Avenochloa*) kamen in diesem Jahr – trotz zahlreicher Blütentriebe – nicht mehr zur Blüte.

4. Untersuchungsmethoden:

4.1. Vegetationsanalyse und Symphänologie:

Um Veränderungen der Pflanzendecke unter dem Einfluß der Skipiste vegetationsanalytisch feststellen zu können, müßte man die Sukzession direkt beobachten (Längsschnittuntersuchung) oder zwei vergleichbare Stellen, von denen eine innerhalb und eine außerhalb der Skipiste liegen, analysieren (Querschnittsuntersuchung). Letzteres wurde in dieser Arbeit versucht, da Sukzessionen sehr langsam ablaufen und Beobachtungen über Jahrzehnte erfordern.

Die vorliegenden Beobachtungen erstreckten sich nur über drei Vegetationsperioden, doch konnten auf extrem beeinflussten Stellen schon kleine Veränderungen registriert werden. Die Grundlage für diese Beobachtungen bildeten Vegetationsaufnahmen (nach KNAPP, 1971), wofür Standorte mit an-

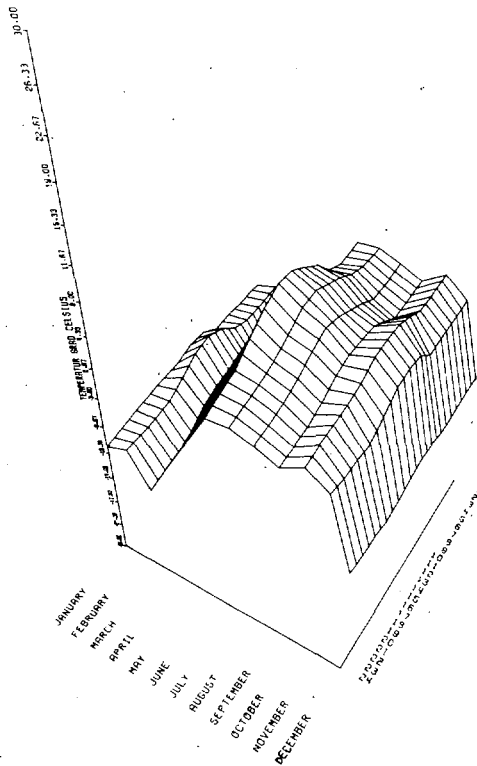


Abb. 1: Jahrestemperaturverlauf Hohe Mut 1976

nähernd gleichen ökologischen Bedingungen ausgewählt wurden. Kriterien dafür waren Meereshöhe, Lage, Geländeform (Kuppe oder Mulde) und Exposition. Auch mußte darauf geachtet werden, daß die mikroklimatischen Faktoren an den einzelnen Standorten möglichst gleich waren. Der Säuregrad des Bodens wurde in verschiedenen Tiefen gemessen.

Für die anschließende Vegetationsanalyse wurden folgende Daten notiert: Aufnahmedatum, Standortnummer, Meereshöhe, Exposition, Gesamtbedeckung, Angaben über wirtschaftliche Beeinflussung, pH-Wert des Bodens und die Artenliste. Bei jeder Art wurden Dominanz, Abundanz und die phänologischen Daten festgehalten, mit deren Hilfe die Aspektfolge der Vegetation beschrieben werden sollte. Dazu mußten die Vegetationsaufnahmen in regelmäßigen Abständen (14 - 21 Tage) wiederholt werden. Jedesmal wurde geschätzt, wieviel Prozent einer Art zu diesem Zeitpunkt grün belaubt waren, Blütenknospen trugen, blühten, verblüht waren oder Samen trugen. Aus diesen Angaben konnte ein gesamtphänologisches Diagramm der Vegetation erstellt werden (DIERSCHKE, 1970).

4.2. Phänologie einiger ausgewählter Pflanzen:

10 Arten der hauptsächlich vertretenen Vegetationseinheiten (Alpiner Sauerbodenrasen, Schneeböden) wurden genauer untersucht. Diese Pflanzen wurden in regelmäßigen Abständen am gleichen Standort ausgegraben, ausgewaschen und im botanischen Institut nach folgenden Gesichtspunkten untersucht:

4.2.1. Blattzuwachs:

4.2.1.1. Blattanzahl pro Trieb: Von einem Pflanzenstock wurden die lebenden Triebe und die grünen Blätter, getrennt nach alten und neuen, gezählt. Daraus wurde errechnet, wieviel grüne Blätter durchschnittlich jeder lebende Trieb besitzt. Um hier auch den einzelnen Fall zu überprüfen, wurden im

Gelände an einer bestimmten Pflanze die Blätter gezählt und mit rotem Lack markiert. Aus diesen Beobachtungen kann man die Anzahl der Blätter, die in einer Vegetationsperiode absterben und neugebildet werden, errechnen. Da jedes Blatt bei wechselständiger Blattstellung einem Nodium der Sproßachse entspricht, kann man, wenn man zusätzlich die Internodienlänge mißt, den jährlichen Sproßzuwachs vegetativer Triebe ausrechnen.

4.2.1.2. Bei allen Blättern wurde die Länge gemessen, woraus die durchschnittliche Blattlänge für jeden Sammelzeitpunkt errechnet werden konnte. Dabei wurde differenziert in grünem und braunem Blattanteil.

4.2.2. Austrieb neuer Wurzeln und Sprosse: An den Erdsprossen vieler Pflanzen kann man makroskopisch Wurzel- und Sproßknospen finden. Zu bestimmten Zeiten kann man einen erhöhten Austrieb dieser Knospen beobachten. Um dies systematisch zu erfassen, wurden bei den einzelnen Pflanzen die ruhenden und treibenden Knospen gezählt und daraus eine Durchschnittszahl pro Rhizom errechnet. Auf diese Weise konnten Hauptaustriebszeiten für neue Wurzeln und Sprosse ermittelt werden. Diese Methode funktionierte aber nicht bei allen Pflanzen.

4.2.3. Reservestoffe: Alle Pflanzenorgane, aber auch bestimmte Teile dieser Organe wurden mikroskopisch nach vorhandenen Reservestoffen untersucht. Die Schnitte wurden von Hand angefertigt. Die Menge des Reservestoffinhaltes wurde ähnlich wie bei ZACHHUBER (1975) mit einer fünfteiligen Skala bewertet:

- 0 Nachweisreaktion ist negativ.
- 1 bei Stärke: Die Zellen sind zu 1/4 gefüllt, oder 1/4 der Zellen enthält Stärke.
bei Fett: Einige Fetttropfen sind im gesamten Querschnitt sichtbar.
- 2 bei Stärke: Die Zellen sind zur Hälfte gefüllt, oder die Hälfte der Zellen enthält Stärke.
bei Fett: In der Hälfte der Zellen eines Gewebes lassen sich Fetttropfen nachweisen.
- 3 bei Stärke: 3/4 gefüllt.
bei Fett: In mehr als der Hälfte der Zellen findet man Fetttropfen.
- 4 bei Stärke: Alle Zellen sind voll.
bei Fett: In sehr vielen Zellen sind Fetttropfen, oder ein bestimmtes Gewebe ist voll von fetten Stoffen.

Reservestärke wurde mit Hilfe einer IIK-Lösung, Fett mit Sudan - rot (GERLACH, 1969) und Inulin wurde durch Alkoholausfällung nachgewiesen. Der Inulinnachweis wurde nur bei *Tanacetum alpinum* und *Gnaphalium supinum* versucht.

4.2.4. Anlage der Blütenprimordien: Um festzustellen, wann die Blütenanlagen gebildet werden, wurden bei den gesammelten Arten die Knospen mikroskopisch untersucht. Meist handelt es sich um die Spitzknospen, manchmal jedoch auch um die Blattachselknospen.

4.2.5. Keimversuche: Da bei den Vegetationsaufnahmen auf der Gurgler Heide selten Keimpflanzen gefunden wurden, war es interessant, die Keimwilligkeit der Samen zu untersuchen. Zum möglichst richtigen Zeitpunkt wurden die Samen der einzelnen Pflanzen eingesammelt und eine bestimmte Zeit zur Nachreife stehen gelassen. Danach wurden sie im Botanischen Garten in Blumentöpfe mit eigens gemischter Keimerde ausgesät. Die Samen jeder Pflanze wurden auf zwei Töpfe verteilt, von denen einer ins Freie, der andere ins alpine Gewächshaus gestellt wurde.

4.2.6. Überwinterung: Um das winterliche Vegetationsbild beobachten zu können, wurden am 17.2. 1977 zwei Standorte, die vom Schnee bedeckt waren, ausgegraben. Auch von diesem Zeitpunkt wurden Pflanzenproben mitgenommen und im Botanischen Institut untersucht.

5. Biotop:

5.1. Allgemeine Beschreibung:

Die Vegetation der Gurgler Heide wurde an 3 verschiedenen Biotopen untersucht.

1. B i o t o p : Damit sind westexponierte, mittelmäßig geneigte bis steile Flächen erfaßt worden, die im Winter eine sehr geringe (10 cm), manchmal auch gar keine Schneebedeckung aufweisen. Naturgemäß sind diese Stellen den scharfen Kanten der Schifahrer am meisten ausgeliefert, und sie sind auch im Frühjahr als erste aper. Daher werden sie durch die Ketten der Pistenfahrzeuge besonders stark in Mitleidenschaft gezogen.

2. B i o t o p : Hier wurden horizontale Flächen untersucht, die meist hinter einer Geländekante am oberen Ende der als Biotop 1 beschriebenen Hänge liegen. Die Schneebedeckung ist an diesen Stellen

etwas mächtiger (20 - 50 cm), und auch die Aperizeit beginnt hier etwas später. Doch kann auch hier der Schnee schon im Winter durch den Schibetrieb abgeschabt werden, sodaß die Vegetation sehr stark in Mitleidenschaft gezogen wird.

3. B i o t o p : Als dritter Lebensraum wurden Mulden mit teils südlicher und teils westlicher Exposition bearbeitet. Sie sind im Winter durch eine mächtige Schneedecke (1 - 2 m) geschützt und apert daher im Frühjahr viel später aus. Schikanten können hier keine Schäden anrichten, doch könnte die Schneedecke durch die Pistenpräparierung so verfestigt werden, daß sie im Sommer noch länger liegenbleibt als normal. Zu jedem Biotop wurden in verschiedenen Höhenstufen vergleichbare Orte ausgesucht, die einen geschädigten Eindruck machten, und solche, die ungeschädigt erschienen und im Winter nicht im präparierten Pistenbereich lagen. Diese Orte erhielten fortlaufende Nummern und wurden in regelmäßigen Abständen beobachtet. Die einzelnen Punkte, an denen diese Vergleichsstellen liegen, sind im folgenden Ausschnitt der AV-Karte Gurgl eingezeichnet und mit römischen Ziffern nummeriert.

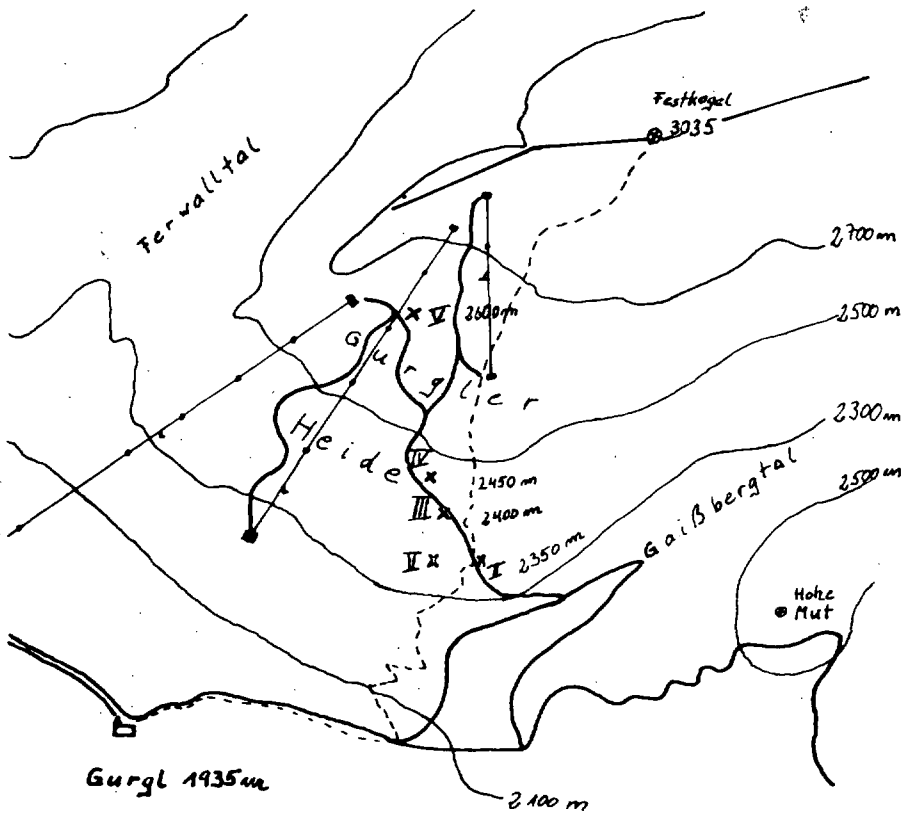


Abb. 2: Ausschnitt aus der AV-Karte GURGL mit den eingezeichneten Untersuchungsstellen.
 - Skilift; --- Wanderweg; ~ Skiabfahrt; x Untersuchungsstellen (I - V):

1. Diese Stelle liegt auf einer Höhe von 2350 m in der Mitte einer präparierten Piste und weist daher Beschädigungen auf. Hier liegen die Vergleichspunkte
 Nr. 1, eine Mulde,
 Nr. 2, eine horizontale Fläche, und
 Nr. 3, eine steile, westexponierte Fläche.

- II. Diese Stelle liegt ebenfalls auf einer Höhe von 2350 m, aber außerhalb der präparierten Piste. Hier liegen die Vergleichspunkte
 Nr. 4, eine Mulde,
 Nr. 5, eine horizontale Fläche, und
 Nr. 6, eine westexponierte, mäßig steile Fläche.
- III. Diese Stelle liegt wiederum in der Mitte der präparierten Piste auf einer Höhe von 2400 m. Sie macht oberflächlich betrachtet einen stark beschädigten Eindruck. Hier liegen die Vergleichspunkte
 Nr. 8, eine horizontale Fläche, und
 Nr. 9, eine südwestexponierte, mäßig steile Fläche.
- IV. Diese Stelle liegt außerhalb der präparierten Piste auf einer Höhe von 2450 m. Hier liegen die Vergleichspunkte
 Nr. 10, eine tiefe Mulde,
 Nr. 11, eine horizontale Fläche, und
 Nr. 12, ein westexponierter steiler Hang.
- V. Auf einer Höhe von 2600 m liegen hier die Vergleichspunkte
 Nr. 13, eine Mulde,
 Nr. 14, eine horizontale Fläche, und
 Nr. 15, ein westexponierter, mäßig steiler Hang.
 Diese 3 Flächen lagen zum Zeitpunkt des Beginns dieser Arbeit außerhalb des Pistenbereiches und waren ziemlich naturbelassen. In dieser Höhe konnte auch kein vergleichbarer Ort, der Schäden aufgewiesen hätte, gefunden werden. Doch zwei Jahre später (1978) wurde das ganze Gebiet mit Schubraupen planiert, sodaß heute die gesamte Vegetation verschwunden ist.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Vergleichsorte nach Biotopen zusammengestellt:

1. Biotop:	beschädigte Stelle	unbeschädigte Stelle
Meereshöhe		
2350 m	Nr. 3	Nr. 6
2400 - 2450 m	Nr. 9	Nr. 12
2600 m	—	Nr. 15
2. Biotop:		
2350 m	Nr. 2	Nr. 5
2400 - 2450 m	Nr. 8	Nr. 11
2600 m	—	Nr. 14
3. Biotop:		
2350 m	Nr. 1	Nr. 4
2450 m	—	Nr. 10
2600 m	—	Nr. 13

Tab. 2: Untersuchungsstellen nach Biotopen geordnet

Vergleicht man die in dieser Tabelle direkt nebeneinanderstehenden Flächen, so kann man daraus Rückschlüsse ziehen, wie die geschädigte Fläche vorher ausgesehen hat, und welche Pflanzen wie in Mitleidenschaft gezogen wurden.

5.2. Vegetationslisten der einzelnen Vergleichsstellen:

Um die Vegetation der einzelnen Untersuchungsflächen direkt vergleichen zu können, sind die Pflanzenlisten nach den einzelnen Biotopen zusammengestellt.

5.2.1. Vegetation an den Vergleichsstellen zum Biotop 1:

Aufnahmedatum 12. Juli 1978

Flächennummer	3	6	9	12	15
Meereshöhe (m)	2350	2350	2400	2450	2600
Exposition	SWW	SWW	SW	W	W
Neigung	30°	10°	10°	10°	10°
Größe	4 m ²	4 m ²	2 m ²	4 m ²	4 m ²
pH in 6 cm Tiefe	4,5	4,5	4,5	5	3,5
Beeinflussung	Schi Weide	0 Weide	Schi Weide	0 0	0 0
Gesamtbedeckung	50 %	100 %	50 %	95 %	80 %
<i>Carex curvula</i>	1	2	r	1	2
<i>Avenochloa versicolor</i>	1	2	1	2	2
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	1	1	1	+	+
<i>Leontodon helveticus</i>	+	+	+	+	r
<i>Euphrasia minima</i>	r	r	+	r	r
Flechten	1	3	+	2	3
Moose	r	r	+	1	+
<i>Tanacetum alpinum</i>	r	r		+	r
<i>Veronica bellidioides</i>	r	r		r	r
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	+	+		1	r
<i>Cladonia sylvatica</i>	+	1		+	+
<i>Oreochloa disticha</i>		r		+	r
<i>Cetraria islandica</i>	+	+	+	+	1
<i>Agrostis rupestris</i>	r	r		+	
<i>Festuca halleri</i>	+	r		+	
<i>Hieracium villosum</i>	+	+		r	
<i>Pulsatilla vernalis</i>	+	r	+		
<i>Loiseleuria procumbens</i>		+		r	2
<i>Sempervivum montanum</i>	r	r			
<i>Potentilla aurea</i>	r	r			
<i>Senecio carniolicus</i>	+	r			
<i>Minuartia recurva</i>	r	r			
<i>Antennaria dioica</i>	r	r		r	
<i>Luzula lutea</i>	+			r	
<i>Minuartia verna</i>			r		
<i>Minuartia sedoides</i>				r	r
<i>Primula glutinosa</i>				+	1
<i>Polygonum viviparum</i>				+	r
<i>Vaccinium uliginosum</i>					+
<i>Soldanella pusilla</i>					+
<i>Salix herbacea</i>					r
<i>Salix retusa</i>				+	
<i>Saxifraga bryoides</i>				r	
<i>Elyna myosuroides</i>				r	
<i>Pedicularis kernerii</i>				r	
<i>Androsace obtusifolia</i>		r			
<i>Lotus corniculatus</i>		r			
S u m m e	22	25	10	26	20

Tab. 3: Pflanzenliste zum Biotop 1

Die Vegetation dieser Flächen kann aufgrund der vorkommenden Arten (Dominante und Begleiter) dem *Caricetum curvulae* zugerechnet werden. Die tiefer liegenden Assoziationen (3, 6, 9) unterscheiden von den höher gelegenen durch eine markante Artengruppe. Beide Varianten findet man auch in der Dissertationsarbeit von DUELLI (1977). Sie beschreibt die erste Variante (3, 6) aufgrund von 4 vorkommenden Bindungsgruppen als flechtenreiches *Curvuletum typicum*. Es kommt auf breiten Kuppen mit ausgeglichener Kleinrelief und flachgründigen Braunerdeböden vor. Die kennzeichnenden Bindungsgruppen sind:

Carex curvula – *Tanacetum alpinum*.

Oreochloa disticha, *Avenochloa versicolor*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Euphrasia minima*.

Agrostis rupestris, *Minuartia sedoides*, *Cetraria islandica*, *Cladonia silvatica*.

Leontodon helveticus, *Veronica bellidioides*.

Die zweite Variation (12, 15) kann wegen des Vorkommens von *Primula glutinosa*, *Salix* sp., *Vaccinium uliginosum* und *Polygonum viviparum* als flechtenreiches *Primulo Curvuletum* bezeichnet werden. Es kommt ebenfalls auf flachgründigen Braunerdeböden vor.

Die Vegetation der Fläche 15 kann trotz der hohen Dominanz von *Loiseleuria procumbens* nicht als *Loiseleurietum* bezeichnet werden, da typische Arten des *Curvuletums* vorkommen.

Zu welcher dieser beiden Varianten die Vegetation der Stelle 9 gerechnet werden kann, ist aufgrund der geringen Artenzahl schwer zu entscheiden, wegen der tiefen Lage ist sie aber eher zur ersten Variante zählbar. Jedenfalls drückt sich die starke Schädigung nicht nur in einer geringen Gesamtbedeckung, sondern auch in einer stark reduzierten Artenzahl aus. Folgende Arten kämen hier wahrscheinlich vor und sind daher Opfer des Schibetriebes geworden:

Tanacetum alpinum, *Veronica bellidioides*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Oreochloa disticha*, *Agrostis rupestris*, *Festuca balleri*, *Cladonia silvatica* und verschiedene andere Flechten.

Die oberflächlich stark geschädigte Fläche 3 hat zwar eine geringe Gesamtbedeckung, aber eine relativ hohe Artenzahl. Doch fehlen auch hier *Oreochloa disticha* und *Loiseleuria pr.*, beides Arten, die man an dieser Stelle mit hoher Wahrscheinlichkeit erwarten könnte.

5.2.2. Die Vegetation auf den Vergleichsflächen zum Biotop 2:

Aufnahmedatum 12. Juli 1978

Standortnummer	2	5	8	11	14
Meereshöhe (m)	2350	2350	2400	2450	2600
Neigung	horizontal	hor.	hor.	hor.	hor.
Größe	4 m ²	4 m ²	4 m ²	4 m ²	4 m ²
pH in 6 cm Tiefe	5,5	4,5	4,5	5,5	4,0
Beeinflussung	Weide	Weide	Weide	Weide	
	Ski	...	Ski		
Gesamtbedeckung	80 %	100 %	70 %	95 %	90 %
<i>Carex curvula</i>	2	2	2	2	3
<i>Avenochloa versicolor</i>	2	2	1	2	1
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	1	1	1	r	+
<i>Tanacetum alpinum</i>	r	r	r	1	+
<i>Euphrasia minima</i>	r	r	r	r	r
<i>Leontodon helveticus</i>	r	r	r	+	r
<i>Cetraria islandica</i>	+	+	1	+	+
<i>Cladonia silvatica</i>	1	1	+	r	+
andere Flechten	1	3	+	2	2
diverse Moose	r	r	r	1	1
<i>Pulsatilla vernalis</i>	1	+	+	r	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2	2	r	r	
<i>Potentilla aurea</i>	r	r	r	r	
<i>Hieracium villosum</i>	+	+	r		+
<i>Senecio carniolicus</i>	r	r	+		
<i>Minuartia recurva</i>	r	r	r		
<i>Semperivium montanum</i>	r	r		r	

<i>Loiseleuria procumbens</i>	r	r	r	
<i>Veronica bellidioides</i>	r	+	r	
<i>Oreochloa disticha</i>		r	+	r
<i>Agrostis rupestris</i>	r	r		r
<i>Minuartia sedoides</i>			r	r
<i>Antennaria dioica</i>	r	r		
<i>Festuca halleri</i>		r	r	
<i>Minuartia verna</i>		r	r	
<i>Primula glutinosa</i>			r	+
<i>Salix herbacea</i>			r	r
<i>Soldanella pusilla</i>			r	+
<i>Homogyne alpina</i>			+	r
<i>Luzula alpinopilosa</i>			r	+
<i>Ligusticum mutellina</i>			+	+
<i>Geum montanum</i>				+
<i>Vaccinium uliginosum</i>			r	
<i>Poa alpina</i>				+
<i>Silene rupestris</i>	+		+	
<i>Polygonum viviparum</i>				+
<i>Juncus trifidus</i>		+		
<i>Androsace obtusifolia</i>		r		
<i>Alchemilla</i> sp.		r		
<i>Lotus corniculatus</i>		r		
<i>Luzula lutea</i>	+			
S u m m e	23	28	21	27
			20	

Tab. 4: Pflanzenliste zum Biotop 2

Auch hier handelt es sich wieder um ein *Caricetum curvulae*. Es lassen sich wiederum zwei Varianten unterscheiden. Die Vegetation auf den Flächen 2 und 5 ist ein artenreiches *Curvuletum* mit seiner typischen Garnitur von Pflanzen, die durch zahlreiche Arten, die dieser Höhenstufe entsprechen, erweitert ist.

Ganz deutlich unterscheidet sich davon die Vegetation auf den höher gelegenen Flächen 11 und 14, die gekennzeichnet ist durch das Artenpaar *Primula glutinosa* und *Salix herbacea* (*Primulo-Curvuletum*, DUELLI, 1977). Die übrigen Pflanzen, die hier als Differentialarten auftreten, sind typisch für das *Curvuletum* dieser Höhenstufe. Die im Vergleich niedere Artenzahl der Flächen 2 und 8 dürfte ebenfalls auf die Schädigung durch Schifahrer zurückzuführen sein. Bei genauem Vergleich dieser beiden Flächen mit der Fläche 5 kann man folgendes erkennen:

Die Gesamtbedeckung ist bei den geschädigten Flächen auf ca. 3/4 reduziert.

Auf beiden Flächen fehlt *Oreochloa disticha*, eine sonst typische Pflanze für diese Standorte.

Am Standort 8 sind mit großer Wahrscheinlichkeit neben *Oreochloa* noch folgende Pflanzen durch den Schilf verschunden: *Sempervivum montanum*, *Loiseleuria procumbens*, *Veronica bellidioides*, *Agrostis rupestris*.

Daher weist besonders dieser Standort eine niedrigere Artenzahl auf als die Vergleichsflächen. 1976 waren hier Artenzahl und Gesamtbedeckung noch etwas geringer (s. gesamtphänolog. Diagramm). Sie hat sich aber inzwischen etwas erholt, da im Frühjahr 1977 ein Netz darübergespannt wurde, das seither einen mechanischen und mikroklimatischen Schutz bildet. Daher sind inzwischen folgende Arten neu dazugekommen: *Poa alpina*, *Hieracium villosum*, *Silene rupestris*.

Im August 1978 konnten unter diesem Netz zusätzlich noch 40 Keimpflanzen gezählt werden, während auf den kahlen Stellen neben dem Netz kein Keimling zu finden war. Auch die einjährige *Euphrasia minima* trat unter dem Netz in viel größerer Zahl auf als daneben.

5.2.3. Die Vegetation auf den Vergleichsflächen zum Biotop 3 (Mulden):

Aufnahmedatum 17. Juli 1978

	1	4
Flächennummer		
Meereshöhe	2350 m	2350 m
Exposition	S	S
Neigung	5°	5°
Größe	4 m ²	4 m ²
Einfluß	Weide, Ski	Weide
Gesamtbedeckung	98 %	100 %
<i>Nardus stricta</i>	1	+
<i>Potentilla aurea</i>	+	1
<i>Geum montanum</i>	1	2
<i>Soldanella pusilla</i>	+	+
<i>Antennaria dioica</i>	r	r
<i>Juniperus nana</i>		r
<i>Senecio carniolicus</i>	r	r
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	r	r
<i>Festuca halleri</i>	+	1
<i>Carex sempervirens</i>	2	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	r	r
<i>Euphrasia minima</i>	r	r
<i>Avenochloa versicolor</i>		+
<i>Anthoxanthum alpinum</i>		r
<i>Homogyne alpina</i>	r	r
<i>Carex curvula</i>	+	+
<i>Leontodon helveticus</i>	1	+
<i>Tanacetum alpinum</i>	+	+
<i>Cetraria islandica</i>	+	+
<i>Cladonia silvatica</i>	+	r
<i>Stereocaulon alpinum</i>	r	+
<i>Vaccinium uliginosum</i>		r
<i>Luzula lutea</i>	+	+
<i>Hieracium villosum</i>	1	2
<i>Thesium alpinum</i>		r
<i>Lotus corniculatus</i>		r
<i>Sempervivum montanum</i>	r	r
<i>Campanula barbata</i>	r	+
<i>Juncus jaquini</i>	r	r
<i>Veronica bellidioides</i>	+	+
diverse Flechten	+	r
<i>Pulsatilla vernalis</i>	r	r
<i>Mimuartia verna</i>	r	r
<i>Silene rupestris</i>	r	
<i>Juncus trifidus</i>	r	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1	1
<i>Androsace obtusifolia</i>		r
Moose	+	+
S u m m e	31	35

Tab. 5: Vegetation in den tiefer gelegenen Mulden

Bei dieser Vegetation handelt es sich um ein *Nardetum*, das auch von DUELLI für breite Hangmulden beschrieben wurde. Als wesentliches Kennzeichen gibt sie die hochstete Artengruppe *Nardus stricta* und *Potentilla aurea* an, ein Verbreitungsschwerpunkt liegt bei 2350 m.

Ob die geringere Artenzahl der Fläche 1 auf ihre Lage im Bereich der präparierten Schipiste zurückzuführen ist, kann man aus dieser Untersuchung nicht sagen, da man auch oberflächlich betrachtet keinen Schaden feststellen kann. Der Unterschied in der Artenzusammensetzung kann ebenfalls andere Ursachen haben. Gegenüber der Fläche 4 fehlen hier: *Juniperus nana*, *Anthoxanthum alpinum*, *Vaccinium uliginosum*, *Thesium alpinum*, *Lotus corniculatus*, *Androsace obtusifolia*.

Dafür kommen hier aber *Carex sempervirens* mit großer Artmächtigkeit, *Silene rupestris* und *Juncus trifidus* vor. Die Vegetation der beiden höher gelegenen Mulden ist in einer eigenen Tabelle angeführt, weil sie eine völlig andere Zusammensetzung hat und daher mit den unteren Flächen nicht vergleichbar ist (Simsen-Schneeboden).

Vegetation in den höher gelegenen Mulden:

Flächennummer	10	13
Meereshöhe	2450 m	2600 m
Exposition	W	W
Größe	4 m ²	4 m ²
pH in 6 cm Tiefe	3,5	3,5
Einfluß	Schafe	Schafe
Aufnahmedatum	14.7.1976	14.7.1976
<i>Soldanella pusilla</i>	2	1
<i>Luzula alpinopilosa</i>	2	r
Moose	4	3
Flechten	+	1
<i>Poa alpina</i>	1	+
<i>Salix herbacea</i>	1	1
<i>Gnaphalium supinum</i>	+	+
<i>Arenaria biflora</i>	+	+
<i>Cardamine alpina</i>	+	+
<i>Sibbaldia procumbens</i>	+	+
<i>Agrostis rupestris</i>	r	r
<i>Sedum alpinum</i>	r	+
<i>Veronica alpina</i>	r	r
<i>Carex curvula</i>	+	+
<i>Tanacetum alpinum</i>	r	r
<i>Primula glutinosa</i>	r	+
<i>Avenochloa versicolor</i>	r	r
<i>Ligusticum mutellina</i>	2	r
<i>Nardus stricta</i>	r	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	r	r
<i>Vaccinium uliginosum</i>	r	
<i>Juncus trifidus</i>	r	
<i>Festuca halleri</i>	r	
<i>Minuartia sedoides</i>		r
S u m m e	23	20

Tab. 6: Vegetation in den höher gelegenen Mulden

Hier handelt es sich um typische Schneebodengesellschaften, die erst ab dieser Höhe anzutreffen sind. Bezeichnende Arten sind die Moose, *Salix b.*, *Gnaphalium supinum* u.v.a.

Der Standort mit der Fläche 10 lag immer außerhalb der präparierten Skipiste, Nr. 13 lag bis 1977 außerhalb, kam aber ab diesem Zeitpunkt durch den Neubau eines Liftes in den Pistenbereich. Im August 1978 wurde dieser Standort ebenso wie 14 und 15 vollkommen zerstört. Durch Planier-

raupen wurde in einer Höhe zwischen 2400 und 2700 m das ganze Gelände eingeebnet, um Steine und Kuppen zu beseitigen und dadurch auch bei wenig Schnee einen ungestörten Skibetrieb durchführen zu können. Dabei wurde aber auch die gesamte Vegetationsdecke abgetragen und mit Erde zugeschüttet. Wenn hier nicht rasch eine Wiederbegrünung gelingt, so wird die lockere Erde durch die erodierenden Kräfte abgetragen, sodaß nur mehr grobes Gestein zurückbleibt. Um auf einem solchen Untergrund mit den Skiern fahren zu können, benötigt man aber eine noch dickere Schneedecke als vor dem Planieren, weshalb sich die ganze Aktion als Bumerang erweisen könnte.

6. Symphänologisches Diagramm:

Da man sich in der Vegetationskunde nicht mit der Entwicklung einer einzelnen Pflanze (= Phänologie) beschäftigt, sondern diese immer in der Gesamtentwicklung einer Vegetationsgemeinschaft sieht, wurde dafür der Begriff Symphänologie geprägt. Die im Gelände gewonnenen Daten aller Arten werden in einem Diagramm übersichtlich dargestellt. Nach DIERSCHKE (1970) handelt es sich hier um symphänologische Gesamtdiagramme. Darin wurde die Entwicklung vom 15. Mai 1976 bis zum 16. Oktober 1977 dargestellt. Um Information über den Schädigungsgrad einzelner Flächen leicht herauslesen zu können, wurden die vergleichbaren zusammengestellt:

Biotop 1 (Flächen 3, 6, 9, 12, 15): steile, westexponierte Flächen.

Biotop 2 (Flächen 2, 5, 8, 11, 14): horizontale Flächen.

Biotop 3 (Flächen 1, 4, 10, 13): feuchte Mulden.

6.1. Darstellungserklärung:

Die Höhe eines Diagrammes drückt die Dominanz (bzw. Abundanz) dieser Art aus, wobei 0,25 cm einem Grad der Braunschen Skala entsprechen. Die Länge entspricht dem Darstellungszeitraum, der mit 15.5.1976 beginnt und mit 15.10.1977 endet. 0,4 cm entspricht einem Monat. Die Zeitpunkte der Aufnahme sind durch Punkte auf der Abszisse gekennzeichnet. Bei einem Diagramm einer jeden Reihe sind zu den einzelnen Punkten die entsprechenden Kalenderdaten geschrieben.

Das helle Feld gibt die Größe des Grünanteils einer Art wieder, das schräg schraffierte den geschätzten Anteil an abgestorbenem Material. Das kleine Diagramm, das in das große hineingezeichnet ist, gibt den geschätzten Anteil an blühenden Individuen dieser Art an. Es besteht aus drei Feldern, von denen das erste dem Knospenstadium, das zweite (ein schräger schwarzer Balken) dem Blühstadium, und das dritte dem Zeitraum der Fruchtbildung bis zur Aussaat entspricht (das 1. und das 3. Feld sind horizontal schraffiert).

Die Pflanzennamen wurden aus Platzmangel abgekürzt, sie entsprechen aber den Vegetationslisten auf den Seiten 38, 39, 41 und 42. Die Diagramme wurden nach Biotopen zusammengestellt, sodaß man einander entsprechende Flächen direkt vergleichen kann.

6.2. Analyse der Diagramme:

Die Diagramme wurden so zusammengestellt, daß man für jeden Standort die Vegetationsperioden 1976 und 1977 vergleichen kann, aber auch die einzelnen Standorte untereinander verglichen werden können.

Die Diagramme geben folgende Beobachtungen wieder:

6.3.1. Welche Pflanzen auf den beeinflussten Stellen fehlen, wurde schon bei der Besprechung der Vegetationslisten aufgezählt.

6.3.2. Auf diesen Stellen haben viele Arten eine geringere Dominanz oder Abundanz.

6.3.3. Die Blühfreudigkeit war 1976 durchwegs größer als 1977. Die Beobachtungen von 1978, die nicht mehr in das Diagramm aufgenommen wurden, zeigen, daß in diesem Sommer die Blühfreudigkeit wiederum etwas höher war als 1977.

6.3.4. Die Blühdauer einzelner Arten und damit der gesamten Vegetation erstreckte sich 1976 über einen längeren Zeitraum als 1977.

6.3.5. Der Beginn der Blüte lag 1976, bedingt durch die frühe Schneeschmelze, bei den meisten Arten um ca. 1 Monat vor dem Blühbeginn von 1977. 1978 begann die Blüte sogar noch später als 1977. Da-

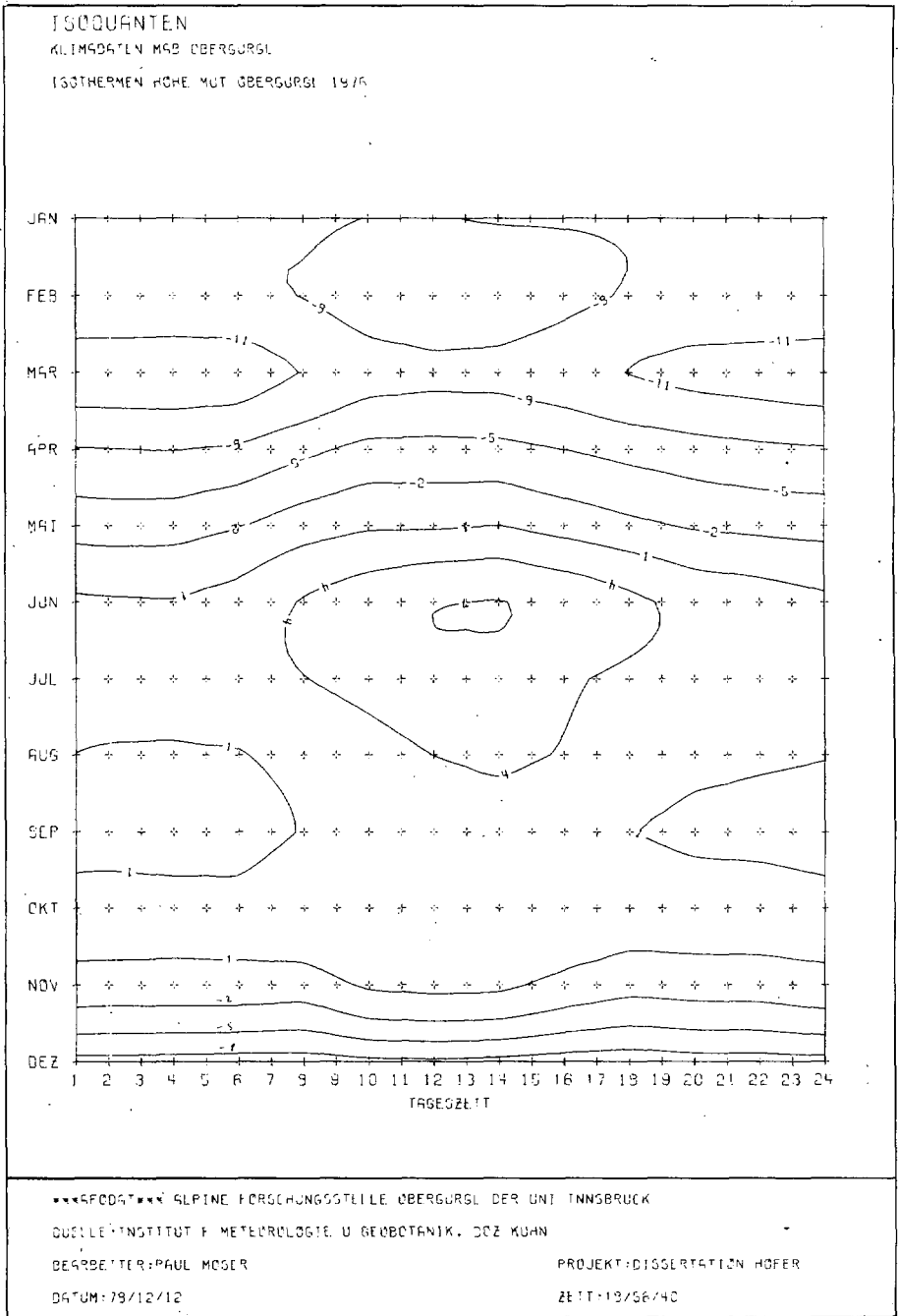


Abb. 3: Isoquanten Hohe Mut 1976

durch kamen spät blühende Arten, wie z.B. *Avenochloa versicolor*, z.T. nicht mehr zur Blüte und Samenreife.

6.3.6. Auf den geschädigten Stellen (Nr. 2, 3, 8 und 9) blühten auch 1976 zahlreiche Pflanzen spät, sehr schwach oder überhaupt nicht.

6.3.7. Auf diesen Stellen fallen aber auch einige Arten durch hohe Abundanz oder gute Blütenbildung auf. Die meisten zeigen jedoch negative Reaktion.

Folgende Arten fallen beim Vergleich der beeinflussten mit den unbeeinflussten Stellen auf:

Auf Nr. 8 (verglichen mit Nr. 5 und 11) zeigen eine negative Reaktion:

<i>Avenochloa versicolor</i>	fehltend: <i>Oreochloa disticha</i>
<i>Tanacetum alpinum</i> (stark geschwächt)	<i>Sempervivum montanum</i>
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	<i>Loiseleuria procumbens</i>
<i>Potentilla aurea</i>	<i>Veronica bellidioides</i>
<i>Hieracium villosium</i>	<i>Agrostis rupestris</i>
<i>Senecio carniolicus</i>	
<i>Minuartia recurva</i>	

Eine positive Reaktion zeigen hier:

Euphrasia minima
Phyteuma hemisphaericum

Auf Nr. 9 (verglichen mit Nr. 6 und 12) zeigen eine negative Reaktion:

schlechte Blüte:	die fehlenden Arten:
<i>Carex curvula</i>	<i>Tanacetum alpinum</i>
<i>Avenochloa versicolor</i> (erholt sich aber während des Sommers gut)	<i>Veronica bellidioides</i>
<i>Leontodon helveticus</i>	<i>Vaccinium vitis idaea</i>
<i>Pulsatilla vernalis</i>	Flechten
	<i>Agrostis rupestris</i>
	<i>Festuca halleri</i>

Eine positive Reaktion zeigen hier:

Euphrasia minima
Phyteuma hemisphaericum

Auf Nr. 3 (verglichen mit Nr. 6) zeigen eine negative Reaktion:

schlechte Blütenbildung:
Carex curvula
Tanacetum alpinum
Veronica bellidioides
Vaccinium vitis idaea
Pulsatilla vernalis
Potentilla aurea
Senecio carniolicus
Sempervivum montanum

Auf Nr. 2 (verglichen mit Nr. 5) zeigen eine negative Reaktion:

schlechte Blütenbildung:
Tanacetum alpinum
Potentilla aurea
Senecio carniolicus
Veronica bellidioides
Sempervivum montanum

Vergleicht man die Listen der Pflanzen, die auf den Einfluß der Skipiste reagieren (positiv oder negativ) und notiert, wie oft eine Art durch besonderes Verhalten auffällt, so kann man daraus den Grad ihrer Empfindlichkeit ableiten und die Pflanzen in dieser Reihenfolge ordnen:

Art	Fällt an den 4 beschädigten Stellen auf durch:	
	fehlen	schwache Blütenbildung
<i>Oreochloa disticha</i>	4 x	0 x
<i>Veronica bellidioides</i>	2 x	2 x
<i>Tanacetum alpinum</i>	1 x	3 x
<i>Sempervivum montanum</i>	1 x	2 x
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	1 x	2 x
<i>Agrostis rupestris</i>	2 x	0 x
<i>Carex curvula</i>	0 x	3 x
<i>Potentilla aurea</i>	0 x	3 x
<i>Senecio carniolicus</i>	0 x	3 x
<i>Avenochloa versicolor</i>	0 x	2 x
<i>Pulsatilla vernalis</i>	0 x	2 x
<i>Hieracium villosum</i>	0 x	1 x
<i>Minuartia recurva</i>	0 x	1 x
<i>Loiseleuria procumbens</i>	1 x	0 x
<i>Leontodon helveticus</i>	0 x	1 x
<i>Euphrasia minima</i>	höhere Abundanz und Blühfreudigkeit	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>		

Tab. 7: Pflanzen, die durch Skipisten beeinflusst werden

Als ausgesprochen negativ reagierende Pflanzen kann man nur *Oreochloa dist.*, *Veronica bell.*, *Tanacetum alp.*, *Sempervivum*, *Vaccinium v. i.* und *Agrostis rupestris* bezeichnen.

6.3. Aspektfolge auf der Gurgler Heide:

Schließlich kann man aus dem gesamtphänologischen Diagramm gut die Aspektfolge dieser Vegetationsgemeinschaft erkennen. Die Aspektfolge wird am Beispiel des Standortes Nr. 11 beschrieben. In der Bezeichnung der Aspekte halte ich mich an die Einteilung von SÖRENSEN (1941), der sie in Ostgrönland verwendet hat. Diese läßt sich auch hier in der alpinen Stufe anwenden. Zusätzlich kann man in den *Primulocurvuleten* der Gurgler Heide – besonders im Frühjahr – eine feinere Einteilung vornehmen. Dabei werden die einzelnen Aspekte nach der am auffallendsten blühenden Pflanze benannt. Der Beginn der Aspektfolge hat sich im beobachteten Zeitraum von einem Jahr auf das andere um über einen Monat verschoben, läuft aber jedesmal in der exakt gleichen Reihenfolge und in den gleichen Zeitabständen ab:

6.3.1. Prävernalener Aspekt:

Er beginnt mit der Schneeschmelze und endet mit der Beblätterung der sommergrünen Pflanzen, mit dem Sprossen der neuen Triebe und dem Blühen der ersten Pflanzen. Dieser Aspekt setzt auf den Kuppen natürlich viel früher ein als in den Mulden.

6.3.2. Vernaler Aspekt:

Er beginnt, wenn *Soldanella* schon blüht, und endet, wenn *Carex c.* zu blühen beginnt. In diese Zeit fallen die schönen Blüten von *Pulsatilla*, *Loiseleuria procumbens* und *Primula glutinosa*. Da diese Pflanze schon in den Vollfrühling und Sommer überleitet, *Soldanella* aber an der Grenze zwischen prävernal und vernal steht, könnte man diese Zeit auf folgende Weise einteilen:

6.3.2.1. *Soldanella*-Aspekt.

6.3.2.2. *Primula glutinosa*-Aspekt.

Ergebnisse der phänologischen Untersuchungen einiger ausgewählter Pflanzen des *Curuleutums*:

Pflanze	<i>Potentilla a.</i>	<i>Geum m.</i>	<i>Salix b.</i>	<i>Gnaphalium s.</i>	<i>Tanacetum a.</i>	<i>Carex c.</i>	<i>Avenochloa v.</i>	<i>Oreochloa d.</i>	<i>Phyteuma b.</i>	<i>Ligusticum m.</i>
Standort	trocken	feucht	sehr feucht	sehr feucht	ubiquist	mittel	mittel	trocken	mittel	feucht
Blühfreudigkeit	76 > 77 < 78	76 > 77 < 78	76 < 77 > 78 (2x) 76 > 77 < 78 (2x)	76 > 77 < 78	76 > 77 < 78	76 > 77 < 78	76 > 77 < 78	76 > 77 < 78	76 > 77 < 78	76 > 77 < 78
Anlage der Blütenprimordien	n. d. Blüte in Blattachselknospen	n. d. Blüte	n. d. Blüte	Spitzenknospen	n. d. Blüte in Spitzenknospen	Spitzenknospen	n. d. Blüte Spitzenknospen	Spitzenknospen	n. d. Blüte Spitzenknospen	Spitzenknospen
Überwinterung	1 bis 2 grüne Blätter	1 bis 2 grüne Blätter	nicht grün	4 bis 5 grüne Blätter	2 bis 3 grüne Blätter	2 bis 3 grüne Blätter	2 grüne Blätter	2 grüne Blätter	selten ein grünes Blatt	nicht grün
Keimung, Vorkommen von Keimlingen	gut Keimlinge + gefunden	gut Keimlinge +		Keimlinge +	gut Keimlinge +	nach Frost Keimlinge gefunden	sehr gut Keimlinge			gut Keimlinge
Knospen für Seitentriebe	in Blattachseln am Rhizom	in Blattachseln grüner Blätter	in Blattachseln am Stämmchen	in Blattachseln grüner Blätter	in Blattachseln am Rhizom	in Blattachseln grüner Blätter	in Blattachseln am Rhizom	in Blattachseln am Rhizom selten	in Blattachseln am Rhizom a. Pfahlwurzel	in Blattachseln am Rhizom
Austrieb neuer Sprossen	Frühjahr u. Sommer	Frühjahr	Frühjahr u. Herbst	Herbst	Frühjahr	Sommer	Frühjahr u. Herbst	Sommer u. Herbst	Frühjahr u. Herbst	Frühjahr u. Herbst
Internodienlänge am Rhizom (in mm)	0,7 mm	1,2 mm	unterird. 7,1 Ausläufer 5,8 oberird. 1,3	0,3 mm	1,5 mm	0,4 mm	0,4 mm	0,25 mm	0,3 mm	0,5 mm
neue Blätter pro Jahr	4 bis 7	4 bis 5	2 bis 3	4 bis 6	4 bis 5	2 bis 3	2 bis 3	2 bis 3	8 bis 9	3
jährlicher Sprossenzuwachs	3,5 mm	5 mm	4 mm	1,5 mm	7,5 mm	0,8 - 3 mm	1,2 mm	0,7 mm	2,7 mm	1,5 mm
Internodienlänge der Ausläufer			5,8 mm				4 mm	3 mm	4 mm	15 mm
Austrieb neuer Wurzeln	Frühjahr	Sommer u. Herbst	Frühjahr u. Herbst	Sommer	Frühjahr	Frühjahr u. Sommer	Sommer u. Herbst	Frühjahr u. Herbst		
Fettspeicherung u. Speicherspitzen	U: Fr. + He. O: Fr. + So.	U: -- O: Fr. + So.	U: Fr. O: Fr. + So.	U: Fr. O: Fr. + So.	U: Fr. + So. O: Fr. + So.	U: Fr. + He. O: So	U: Fr. + He. O: So.	U: -- O: So.	U: Fr. + He. O: So.	U: Fr. + He. O: So. + He.
Stärkespeicherung u. Speicherspitzen	U: So. + He. O: So.	U: So. + He. O: --	U: So. + He. O: --	U: He. O: --	keine	U: Fr. + He. O: So.	keine	keine	keine	U: So. + He. O: So.

Tab. 8: Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

Abkürzungen: U unterirdische Organe; Fr., So., He. Jahreszeiten; > größer; < geringer

6.3.3. Aestivaler Aspekt (Vollfrühling und Sommer):

6.3.3.1. *Carex curvula*-Aspekt:

Ihre grünen Blätter haben die größte Länge erreicht, sie prägt jetzt das Bild der Vegetation, während die Triebe von *Avenochloa versicolor* noch sehr kurz sind und daher nicht auffallen. Die Blütezeit der Krummsegge ist schnell vorbei, zugleich mit ihr auch die von *Oreochloa disticha*. Jetzt prägen die weißen Sterne einer anderen Pflanze für kurze Zeit das Bild (*Tanacetum alpinum*).

6.3.3.2. *Tanacetum alpinum*-Aspekt:

Zwischen den Horsten der Gräser fallen die Blätter dieser Pflanze zwar nicht auf, dafür aber ihre Blüten. Sie zeigen an, daß der alpine Sommer eingekehrt ist, und bei ihrem Verblühen blüht der weitaus größte Teil der Pflanzen des *Curvuleturns*.

6.3.4. Serotinaler-Aspekt (Sommer – Frühherbst):

Viele Pflanzen stehen jetzt in Vollblüte, am auffallendsten sind jedoch die gelben Blätter des Berglöwenzahns.

6.3.4.1. *Leontodon helveticus*-Aspekt:

Ihre gelbe Pracht wird abgelöst von den blauen Köpfchen der Rapunzel, jedoch stechen die vielen Rispen des Bunthafers, die sich bald öffnen werden, mehr hervor.

6.3.4.2. *Avenochloa versicolor*-Aspekt:

Diese Pflanze schließt den Reigen der alpinen Blüher ab, nach ihr öffnen nur mehr vereinzelt Nachzügler ihre Blüten.

6.3.5. Autumnaler-Aspekt (Herbst):

Die Blätter aller Pflanzen verfärben sich, die sommergrünen werden abgeworfen. Einzelne wintergrüne Arten treiben bei günstiger Witterung noch ein neues Blatt, das aber erst im Frühjahr zur vollen Länge auswächst. Ein Teil der Samen wird jetzt ausgestreut, ein großer Teil überwintert aber im Fruchtstand und fällt erst im Frühjahr auf die Erde.

6.3.6. Hiemaler-Aspekt (Winter):

Wenn keine Pflanze mehr blüht und fast kein Grün mehr zu sehen ist, dann hat sich die alpine Grasheide auf den Winter eingestellt. Die Pflanzen sind jetzt schon darauf vorbereitet, bei der nächsten stärkeren Erwärmung auszutreiben. Deshalb kann es passieren, daß man auch im Winter nach einer längeren Wärmeperiode vereinzelt blühende Exemplare finden kann.

7. Zur Phänologie einiger ausgewählter Pflanzen:

Die jährliche Entwicklung folgender Pflanzen wurde eingehender untersucht: *Potentilla aurea*, *Geum montanum*, *Ligusticum mutellina*, *Salix herbacea*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Gnaphalium supinum*, *Tanacetum alpinum*, *Carex curvula*, *Avenochloa versicolor*, *Oreochloa disticha*.

Dabei zeigten sich folgende Ergebnisse:

7.1. Blüte:

Die Blühfreudigkeit war allgemein sehr gering und schwankte von Jahr zu Jahr. Sie hängt vom Wetter des Spätsommers und Herbstes des vorangegangenen Jahres ab, weil zu dieser Zeit die Blütenanlagen gebildet werden. Der Zeitpunkt des Aufblühens hängt von der Schneeschmelze ab. Blüte und Befruchtung vom Wetter während dieser Zeit (vgl. ZACHHUBER (1975)).

7.2. Samen und Keimpflanzen:

Es werden nur wenige keimfähige Samen gebildet, da die Zahl der Blüten gering ist, die Bestäubung nicht immer stattfinden kann, oder viele Samenanlagen von Pilzen und Insektenlarven zerstört werden. Es werden daher nur selten Keimpflanzen gefunden (Aus-

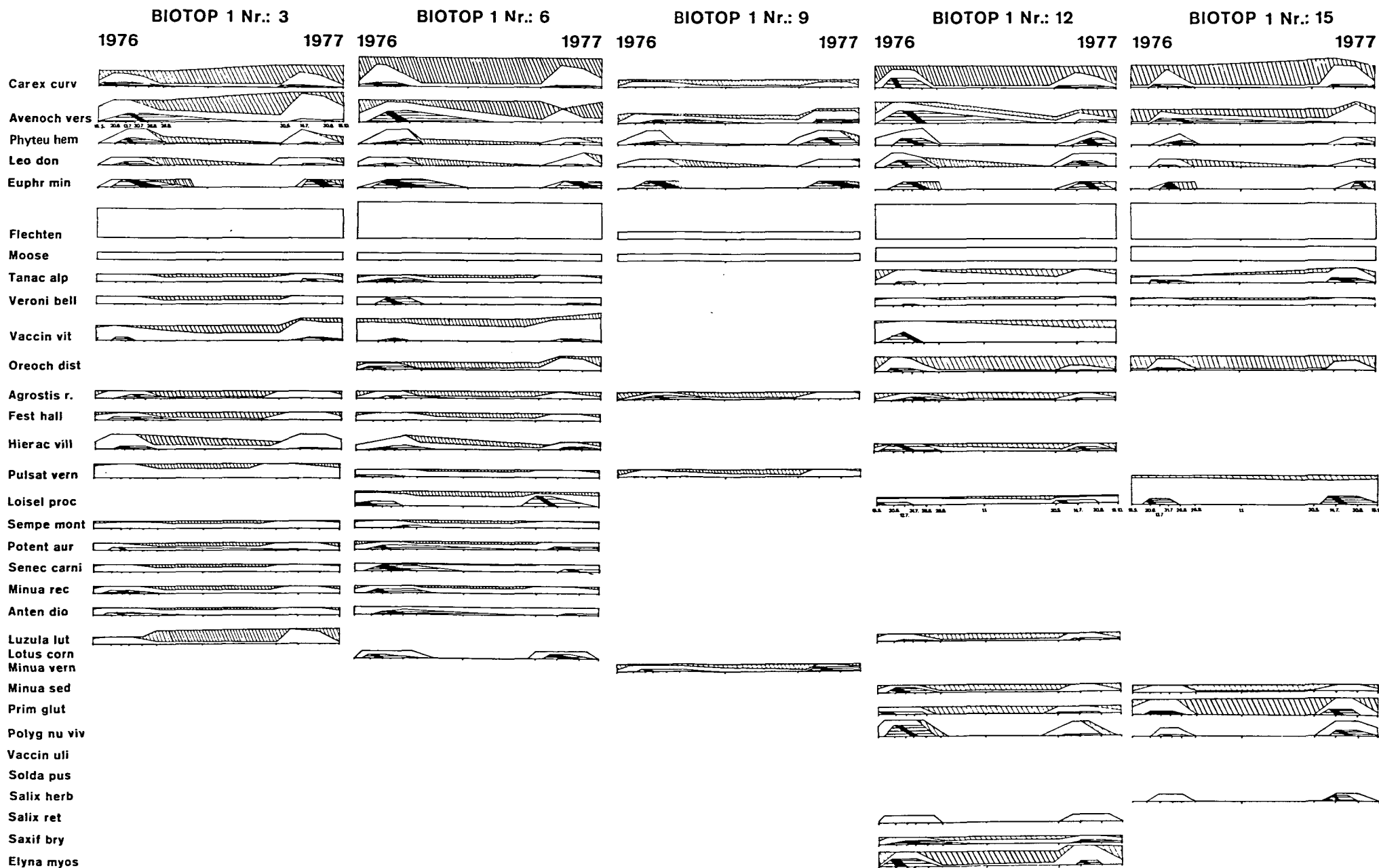


Abb. 4: Phänologische Diagramme zum Biotop 1

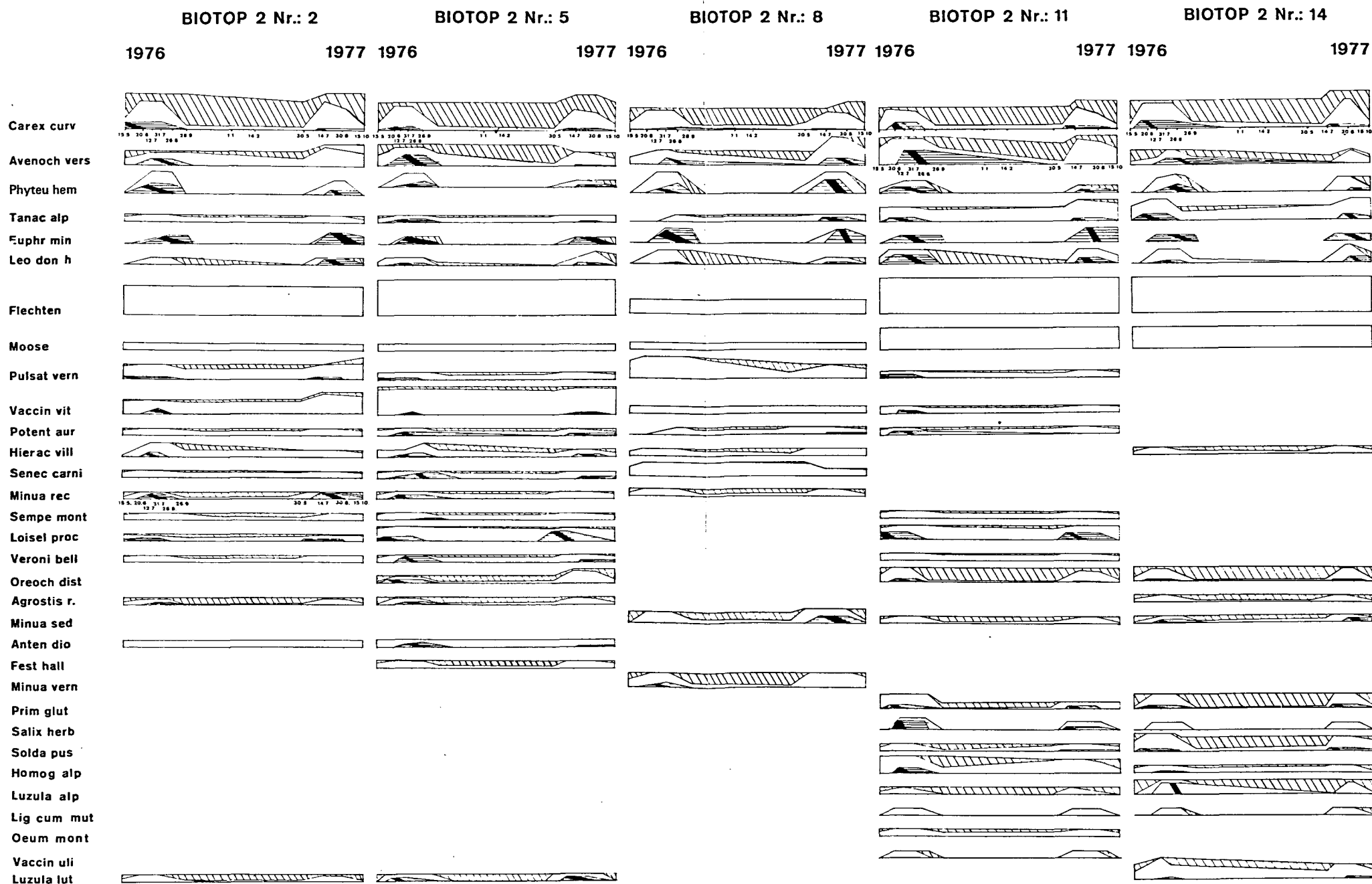


Abb. 5: Phänologische Diagramme zum Biotop 2

BIOTOP 3 Nr.: 10

BIOTOP 3 Nr.: 13

1976

1977

1976

1977

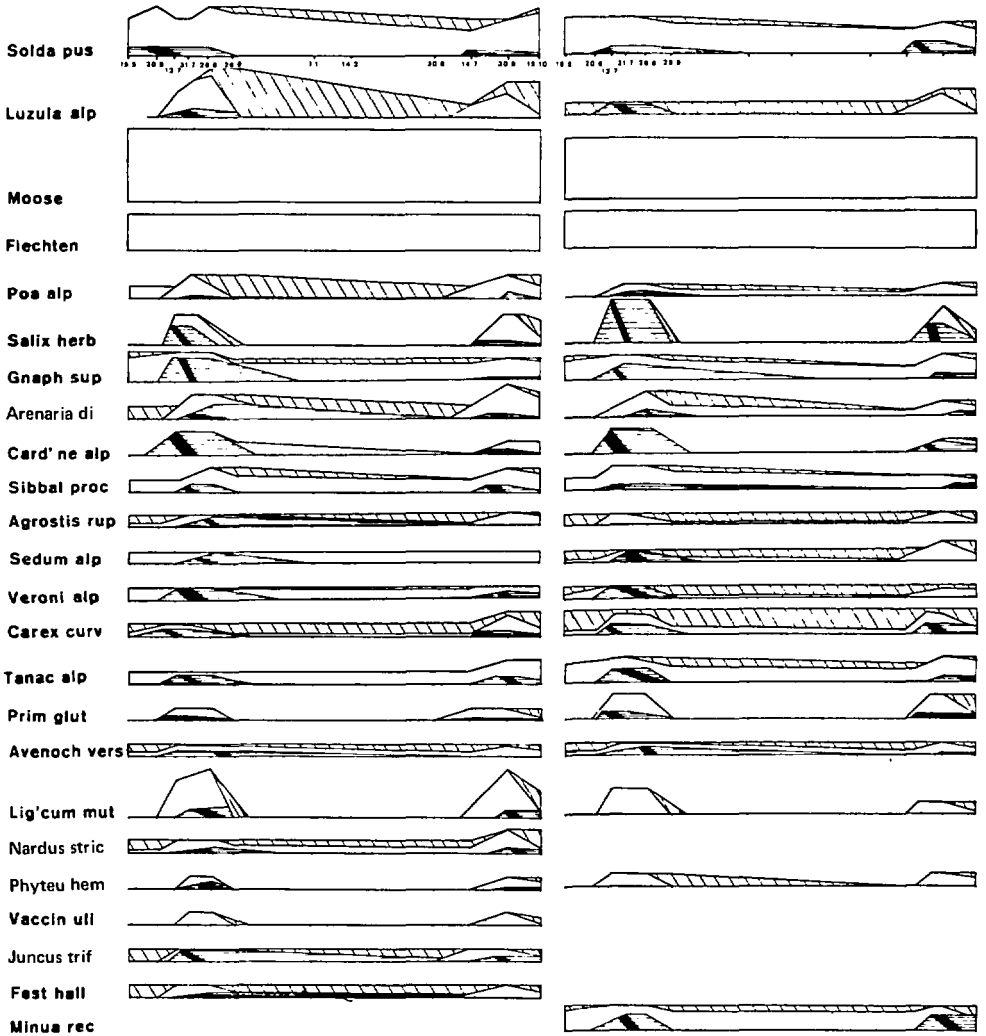


Abb. 6: Phänologische Diagramme zum Biotop 3

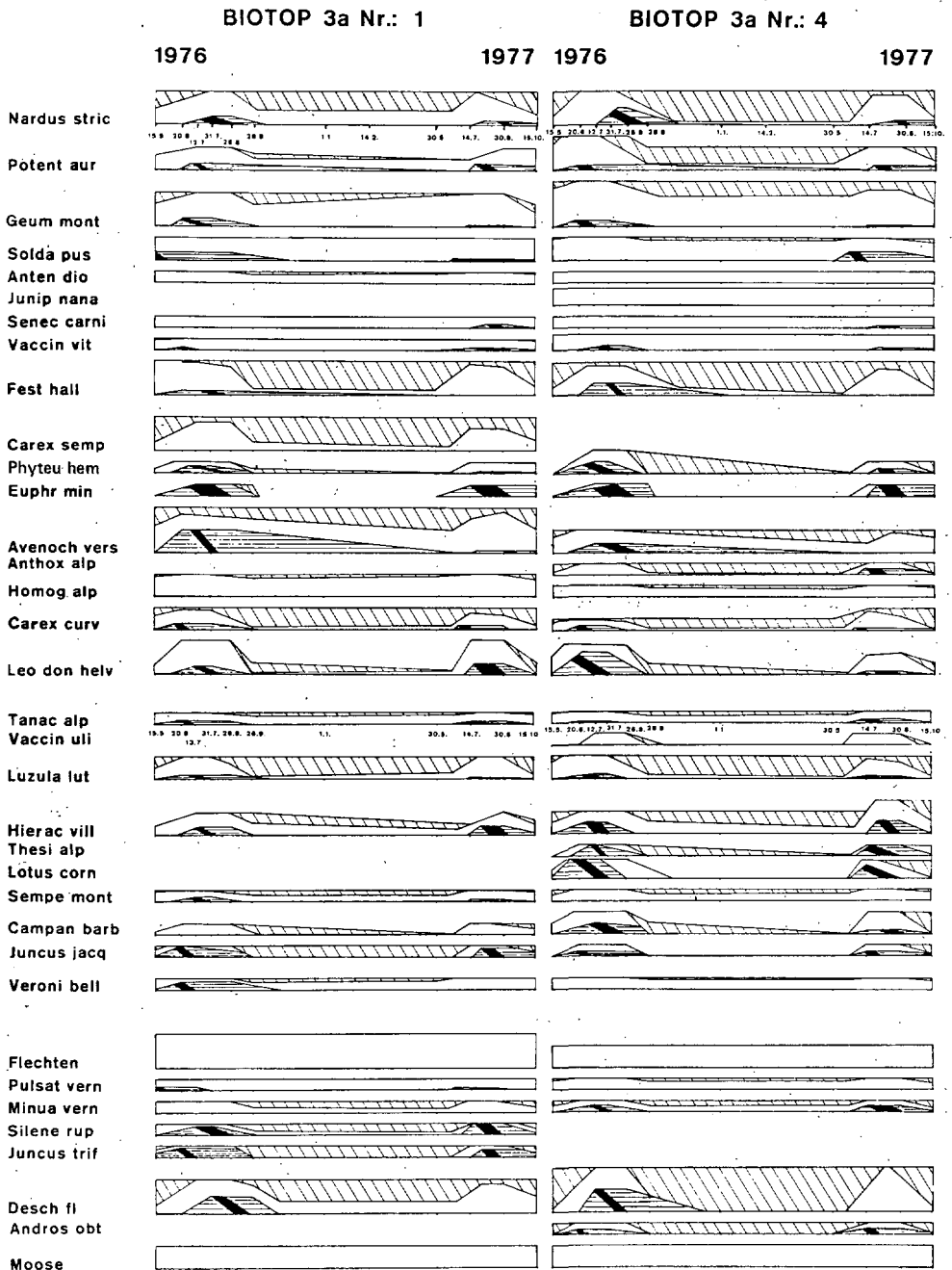


Abb. 7: Phänologische Diagramme zum Biotop 3a

nahme: *Tanacetum alpinum*). Dies ist mit ein Grund dafür, daß bei Zerstörung der alpinen Grasheide die autochthone Vegetation nur sehr langsam wieder regenerieren kann. Die Keimversuche brachten nur bei *Salix b.* und bei *Phyteuma b.* absolut negative Ergebnisse.

7.3. Überwinterung:

Die meisten Alpenpflanzen überwintern grün, von den untersuchten Arten sind nur *Salix b.* und *Ligusticum m.*, häufig auch *Phyteuma b.*, während des Winters ohne grüne Blätter.

7.4. Austrieb neuer Sprosse und Wurzeln:

Neue Sprosse entstehen meist im Frühjahr, ihr Austrieb läßt sich aber auch im Herbst beobachten. Neue Wurzeln bilden sich meist im Spätsommer nach der Blatt- und Blütenbildung, bei einigen Pflanzen kann man aber auch im Frühjahr neue Wurzeln beobachten.

7.5. Rhizomzuwachs und Blattbildung:

Die Zahl der in einer Vegetationsperiode gebildeten neuen Blätter liegt zwischen zwei und neun, hohe Blattbildungszahlen sind aber seltener. Dadurch ergibt sich ein jährlicher Rhizomzuwachs, der zwischen 0,7 mm (*Oreochloa disticha*) und 7,5 mm (*Tanacetum a.*) liegt.

7.6. Reservestoffe:

Fettstoffe werden von allen untersuchten Pflanzen hauptsächlich für Wachstumsvorgänge gebildet. Stärke wird nur von *Potentilla a.*, *Geum m.*, *Salix b.*, *Carex curvula*, *Ligusticum mutellina* und selten von *Gnaphalium s.* gebildet. Sie tritt fast nur in den unterirdischen Organen auf.

8. Diskussion:

Die Vegetationsaufnahmen sind Einzelaufnahmen und lassen daher keine statistische Schlußfolgerung zu. In dieser Hinsicht ist die Vegetation dieses Gebietes sehr gründlich von DUELLI (1977) bearbeitet worden. Die phänologischen Diagramme, die zeigen sollen, wie Pflanzen im Einzelnen auf den Einfluß der Skipiste reagieren, wie sie verspätet austreiben und blühen, wie sich ihre Dominanz im Laufe der Jahre verändert, oder wie sie sich im Laufe eines Sommers erholen, erfordern in ihrer Erstellung viel Aufwand. Dies ist sicher auch ein Grund dafür, daß es hier keine Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Arbeiten gibt (DIERSCHKE, 1970).

GRABHERR (1981) stellt eine Liste der auf Betretung durch den Sommertouristen reagierenden Pflanzen zusammen, in der Strauchflechten als sehr empfindlich, Krustenflechten, Moose, *Tanacetum alpinum*, *Leontodon helveticus*, *Phyteuma hemisphaericum*, und breitblättrige Gräser als empfindlich, schmalblättrige Gräser und *Gnaphalium supinum* als leicht empfindlich, *Ligusticum mutellina* und *Carex curvula* aber als resistent angeführt werden. Durch Skikanten und Pistengeräte werden die Pflanzen jedoch anders beansprucht, weshalb hier die Empfindlichkeitsreihe anders aussieht, zumal die hier untersuchten Stellen im Sommer von Touristen nicht betreten werden.

Eine durch Skifahrer veränderte Vegetation wurde auf einer Piste des Enzianliftes oberhalb Badgastein von SPATZ (1978) bearbeitet. Die Daten wurden nur an einer Stelle gewonnen, doch sind die Ergebnisse durchaus ähnlich, wenn man davon absieht, daß als Ursache für die angetroffene Artenkombination nur die Faktoren "mechan. Schädigung" und "durch Skipiste verändertes Mikroklima" angegeben werden, ohne zu fragen, wie

diese Stelle wohl vor der Nutzung als Skiabfahrt ausgesehen haben mag und welche anderen Faktoren entlang des untersuchten Gradienten noch wirksam sein könnten.

Geringe Blühfreudigkeit (GRABHERR, 1978), die Abhängigkeit der Blüte vom Witterungsverlauf (SÖYRINKI, 1938; SÖRENSEN, 1941; ZACHHUBER, 1975; BLISS, 1971) und geringe Keimraten lassen im alpinen Bereich die sexuelle Reproduktion hinter der vegetativen an Bedeutung verlieren. Da aber die jährlichen Wachstumsraten an den vegetativen Sprossen sehr gering sind (GRABHERR, 1978; BLISS, 1966), muß allgemein festgestellt werden, daß eine mit modernen Maschinen in wenigen Tagen zerstörte alpine Grasheide für eine Regeneration mehrere Jahrhunderte benötigen wird.

Zusammenfassung: Im Zeitraum zwischen 1976 und 1978 (drei Vegetationsperioden) wurde die alpine Sauerbodenvegetation einiger ausgewählter Standorte auf der Gurgler Heide bei Obergurgl im Ötztal/Tirol nach Schäden, die durch den Skibetrieb verursacht wurden, untersucht. Die Untersuchungsstandorte lagen zwischen 2350 m und 2600 m Seehöhe. Es wurden gestörte und ungestörte Flächen mit ursprünglich gleicher Vegetation verglichen. Dazu wurde neben den Vegetationslisten die Phänologie über den gesamten Zeitraum festgehalten und in Diagrammen dargestellt.

Als besonders empfindlich erwiesen sich *Oreochloa disticha*, *Veronica bellidioides*, *Tanacetum alpinum* und *Sempervivum montanum*. Eine ganze Reihe von Pflanzen zeigt sich geschwächt, einigen scheint jedoch die winterliche Belastung nichts auszumachen. Alle Pflanzen zeigen in dieser Höhe eine geringe Blühfreudigkeit und Samenbildung, nur selten werden Keimpflanzen gefunden. Die meisten Alpenpflanzen überwintern grün, verlängern ihren vegetativen Sproß nur um 0,7 mm bis 7,5 mm pro Jahr und bilden im gleichen Zeitraum 2 bis 9 neue Blätter.

Literatur:

- BILLINGS, W.D. u.a. (1971): Metabolic acclimation to temperature in arctic and alpine ecotypes of *Oxyria digyna*. — Arctic and alpine Res. 3: 277 - 290.
- BILLINGS, W.D. and BLISS, L.C. (1959): An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development and productivity. — Ecology, 40: 753 - 757.
- BLISS, L.C. (1962): Caloric and lipid content in alpine tundra plants. — Ecology, 43: 753 - 757.
- BLISS, L.C. (1966): Plant productivity in alpine microenvironments on Mt. Washington, New Hampshire. — Ecolog. Monographs, 36: 125 - 155.
- BLISS, L.C. (1971): Arctic and alpine plant life cycles. — Annu. Rev. Ecol. Syst., 2: 405 - 438.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1921): Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Leponthischen Alpen. — Schweiz. naturf. Ges., 48: 1 - 347.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1921): Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaft auf floristischer Grundlage, II. Teil. — Jahrb. St. Gall. naturw. Ges., 57.
- BRZOSKA, W. (1971): Energieinhalte verschiedener Organe von nivalen Sproßpflanzen im Laufe einer Vegetationsperiode. — Photosynthetica, 5: 183 - 189.
- CERNUSCA, A. u.a. (1977): Ökologische Veränderungen im Bereich von Skipisten. — In: Das österreichische Skirecht, Hrsg. SPRUNG, R./KÖNIG, B., Wien, p. 81 - 150.
- DIELS, L. (1918): Das Verhältnis zwischen Rhythmik und Verbreitung bei den Perennen. — Dtsch. bot. Ges., 36.
- DIELS, L. (1924): Über soziologische Lithophytenstudien in den Alpen. — Veröff. geobot. Inst. Rübel, Zürich, 1: 28 - 30.
- DIERSCHKE, H. (1970): Zur Aufnahme und Darstellung phänologischer Erscheinungen in Pflanzengesellschaften. — In: TÜXEN, Grundfragen und Methoden der Pflanzensoziologie, p. 291 - 311.
- DUELLI, M.Th. (1977): Die Vegetation des Gaisbergtales. — Diss. an der Univ. Innsbruck, 478 pp.
- ELLENBERG, H. (1973): Ökosystemforschung. — Berlin, 298 pp.
- FAYLE, D.C.F. (1969): Radial Growth in tree roots. — Techn. Report, Fac. For. Univ. Toronto, 9: 1 - 183.
- FONDA, L.W., BLISS, L.C. (1966): Annual carbohydrate cycle of alpine plants on Mt. Washington, New Hampshire. — Ecol. Monographs, 36: 125 - 155.
- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. Monographien zur Landeskunde von Tirol. — Innsbruck - München, Folge 1: 453 pp.

- GIGON, A. (1971): Vergleich alpiner Rasen auf Silikat und Karbonat. – Veröff. geobot. Inst. Rübel, Zürich, 48: 1 - 159.
- GERLACH, D. (1969): Botanische Mikrotechnik. – Stuttgart, 298 pp.
- GRABHERR, G., MÄHR, E., REISIGL, H. (1978): Nettoprimärproduktion und Reproduktion in einem Krummseggenrasen der Ötztaler Alpen, Tirol. – Oecol. plant., 13: 227 - 251.
- GRABHERR, G. u.a. (1980): Energiebindung und Wirkungsgrad der Nettoprimärproduktivität in einem Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) der Ötztaler Alpen, Tirol. – Oecol. plant., 15: 307 - 316.
- GRABHERR, G. (1981): The impact of trampling on a high altitudinal grassland in the Tyrolian Alps. – Im Druck.
- HADLEY, E.B., BLISS, L.C. (1964): Energy relationship of alpine plants on Mt. Washington, New Hampshire. – Ecolog. Monographs, 34: 331 - 357.
- HEER, O. (1845): Grenzen des Lebens in den Alpen. – Naturf. Ges., XLVII: 1 - 19.
- HIMAMOWA BUBU (1975): The Obergurgl Model. – Nature and Resources, XI (2): 9 - 21.
- HOFER, H. (1979): Der Einfluß des Massenskilaufs auf alpine Sauerbudenrasen am Beispiel der Gurgler Heide (Ötztal) und Beobachtungen zur Phänologie des *Curvuletums*. – Diss. an der Univ. Innsbruck, 175 pp.
- HOFER, H., REISIGL, H. (1975): Zur Phänologie von Leitpflanzen des Krummseggenrasens und der Schneetälchenv egetation. – Sitzungsbericht Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl./Abt. I, 184: 172 - 178.
- HUMMEL, K. (1967): Die Jahresperiodische Entwicklung der Blütenanlagen in der Flora von Mitteleuropa. – Botan. Jahrb., 87: 399 - 430.
- KLEBELSBERG, v. R. (1935): Geologie von Tirol. – Berlin, 872 pp.
- KNAPP, R. (1971): Einführung in die Pflanzensoziologie. – Stuttgart.
- KNAPP, R. (1958): Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie. – Stuttgart, 104 pp.
- KUTSCHERA, L. (1960): Wurzelatlas der mitteleuropäischen Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. – Frankfurt, p. I - XVI, 1 - 574.
- LARCHER, W. (1967): Die Berge, einzigartiges Versuchsfeld der Natur. – Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. u. Tiere, München, 32: 94 - 100.
- (1977): Ergebnisse des IBP-Projektes Zwergstrauchheide am Patscherkofel. – Sitzungsbericht österr. Akad. Wiss., Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 186: 301 - 371.
- (1977): Produktivität und Überlebensstrategien von Pflanzen im Hochgebirge. – Ibidem, 186: 373 - 386.
- LAUSCHER, F. (1978): Neue Analysen ältester und neuerer phänologischer Reihen. – Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B., 26: 373 - 385.
- LÜDI, W. (1940): Experimentelle Untersuchungen im subalpinen Nardetum. – Verh. schweiz. naturf. Ges., Locarno, p. 160 - 162.
- MAB Datenbank im Rechenzentrum der Univ. Innsbruck: Klimadaten der Meßstation Roßkar (2700 m) und Wiese bei Obergurgl (2000 m), bearbeitet von M. KUHN, Meteorolog. Inst. d. Univ. Innsbruck.
- MOONEY, H.A., BILLINGS, W.D. (1965): Effects of altitude on carbohydrate content of mountain plants. – Ecology, 46: 150 - 151.
- (1961): Comparative physiological ecology of arctic and alpine populations of *Oxyria digyna*. – Ecolog. Monographs, 21: 1 - 29.
- MOSER, W. (1967): Einblicke in das Leben der Nivalpflanzen. – Veröff. Ver. Schutze Alpenpfl. u. Tiere, München, 32: 101 - 111.
- (1975): Das Ökosystem Obergurgl. Entwicklungsprobleme in Bergregionen, Alpeninst., München, 3: 1 - 10.
- (1976): Alpine Forschungsstelle der Universität Innsbruck in Obergurgl. – Jahresbericht 1976, 1 - 26.
- (1977): Ergebnisse des IBP-Projektes Hoher Nebelkogel 3184 m. – Sitzungsber. österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, 186: 387 - 419.
- MOSER, W. und MOSER, M. (1975): Das MAB Gesamtvorhaben Obergurgl. – Ibidem, 184: 159 - 179.
- PEARCY, R. and W., WARD, R.T. (1972): Phenology and Growth of Rocky Mountain populations of *Deschampsia caespitosa* at three elevations in Colorado. – Ecology, 53: 1171 - 1178.
- PERSSON, H. (1975): Deciduous woodland at Andersby eastern Sweden field layer and belowground production. – Acta phytogr. Suecica, 62: 1 - 71.
- PFIFFNER, A. (1978): Skipistenschäden und deren Entschädigung. – Bern, Frankfurt, Las Vegas, p. 1 - 300.

- PUEMPEL, B. (1977): Alpine Grasheide Hohe Tauern. — Veröff. österr. MAB Hochgebirgsprogrammes Hohe Tauern, 1: 83 - 101.
- REISIGL, H. und PITSCHMANN, H. (1958): Obere Grenze von Flora und Vegetation in der Nivalstufe der zentralen Ötztaler Alpen; — *Vegetatio Acta geobot.* VIII: 93 - 130.
- RÜBEL, E. (1925): Alpenmatten Überwinterungsstadien. — Festschrift f. C. SCHRÖTER, p. 37 - 53.
- SCHARFETTER, R. (1922): Klimarhythmik und Vegetationsrhythmik. — Veröff. in *ÖBZ* 71: 153 - 171.
- (1938): *Das Pflanzenleben der Ostalpen.* — Wien, 419 pp.
- SCHROETER, C. (1926): *Das Pflanzenleben der Alpen.* — Zürich, 1288 pp.
- SÖRENSEN, T.J. (1941): Temperature relations and phenology of the northeast Greenland flowering plants. — København, 305 pp.
- SÖYRINKI, N. (1938): Studien über die generative Vermehrung der Samenpflanzen in der alpinen Vegetation Petasmo Lapplands. — *Ann. bot. Soc., Zool. Bot. Feen. Vanamo*, 11: 1 - 323.
- SPATZ, G. (1978): Die Beeinflussung des Artengefüges einer Almweide im Bereich der Skiabfahrt Stubnerkogel. — In: CERNUSCA, A. (ed.): *Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal.* — Innsbruck, V pp.
- THALER, W. (1978): Ötztal. — In: *Tirol immer einen Urlaub wert, Heimatwerbung Winter 1977/78*, p. 3 - 32.
- TROLL, W. (1954 und 1957): *Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie.* — Jena. Erster Teil (1954): *Der vegetative Aufbau*, p. 1 - 239. Zweiter Teil (1957): *Die blühende Pflanze*, p. 1 - 409.
- WINKLER, E. und MOSER, W. (1967): Die Vegetationszeit in zentralalpinen Lagen Tirols in Abhängigkeit von der Temperatur. — Veröff. Mus. Ferd. Innsbruck, 47: 121 - 147.
- ZACHHUBER, K. (1969): Vegetationsablauf und Blütenbildung bei Nivalpflanzen. — Hausarbeit am Institut f. alg. Botanik, Univ. Innsbruck, 70 pp.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [68](#)

Autor(en)/Author(s): Hofer Hans

Artikel/Article: [Der Einfluß des Massenschilaufes auf alpine Sauerbodenrasen am Beispiel der Gurgler Heide \(Ötztal/Tirol\) und Beobachtungen zur Phänologie des Curvuletums. 31-56](#)