

## STANDORTSUNTERSUCHUNGEN AM SONNBERG IM SELLRAINER OBERTAL, TIROL

Irmentraud NEUWINGER

### Einleitung

Durchfährt man das Sellraintal in Richtung Gries–Kühtai, so fällt im Obertal die zunehmende Waldlosigkeit der sonnseitigen Hänge auf. Diese Erscheinung ist in den inneren Alpentälern allgemein verbreitet, und nach der Meinung von WOPFNER, GAMS und anderen Forschern auf die frühe Besiedlung und Nutzung der Südhänge schon in vorgeschichtlicher Zeit zurückzuführen.

Sehr ähnlich ist in klimatischer, morphologischer und geologischer Hinsicht sowie nach Besiedlung, Bodenbildung und Vegetation der Sonnberg bei Galtür im inneren Paznauntal; vergleiche auch GASSNER 1925. Die Weiderasen und Mäher dieser Sonnberge, die auf weiten Strecken stark verheidet sind und nur an wenigen Stellen intensiv genutzt werden, machen einen so eintönigen und besonders im Herbst einen so trockenen Eindruck, daß man sich bei oberflächlicher Betrachtung der oft vertretenen Meinung anschließen könnte, diese Hänge hätten niemals Wald getragen und wären für Aufforstungen zu trocken und zu heiß.

Nach dem schweren Lawinenwinter 1950/51 wurde jedoch die Sanierung des Obertales, besonders die der Siedlungen Paida und Haggen durch Lawinenverbauungen und Aufforstungen ernsthaft erwogen; oberhalb Paida wurde in 1900 m Seehöhe durch BERNARD ein Versuchsfeld mit Verwehungsbauten angelegt, das dem Ausgleich der Schneedecke dienen sollte.

Ab 1957 wurde der Bannwald oberhalb Paida zur Gänze aufgeforstet und eine Aufforstungsversuchsfläche bei den Verwehungsbauten angelegt; bei Haggen wurde eine Versuchsfläche zwischen 1700 und 1900 m Seehöhe aufgeforstet, die seit 1963 jährlich vergrößert wird (HENSLER 1970). 1964/65 wurde das Gebiet der Verwehungsbauten BERNARD's am Hirschpichl oberhalb Paida neuerdings bepflanzt.

Alle diese Aufforstungen sind im großen und ganzen gut gelungen, sie zeigen aber methodisch– und auch standortsbedingte Unterschiede. Da sich das gesamte Aufforstungsvorhaben über den Haggener und Paider Sonnberg erstreckt, sind die Standortsunterschiede für das Gelingen des Projektes von großer Bedeutung.

In der vorliegenden Arbeit werden deshalb die Standortsverhältnisse übersichtlich dargestellt und die für die Aufforstung günstigen und schwierigen Flächen herausgearbeitet.

Die Besprechung der Karte bringt einen Vergleich der ökologischen Bedingungen.

Die ökologische Beurteilung der Standortverhältnisse wurde zunächst auf Grund von Boden- und Vegetationsuntersuchungen vorgenommen und dann mit den ersten Ergebnissen der klimatologischen Untersuchungen verglichen (KRONFUSS 1970).

## 1. Zur Geschichte des Obertales

Über Geologie und Morphologie der Sellrainer Berge und über gletschergeschichtliche Spuren im Sellraintal werden wir durch die Arbeiten von AMPFERER 1916 und 1935, HAMMER 1929/1, LADURNER 1931 und 1932, SENARCLENS-GRANCY 1958 und HEUBERGER 1966 informiert.

Nach HEUBERGER 1966 war das Sellraintal mit dem Nedertal als Ast des Ötztaler- und des Inntalgletschers nur in der Hocheiszeit total vereist, im Spätglazial reichten nur mehr der Kraspestal- und der Gleirschtalgletscher in zwei Hochständen zusammen bis zum Beginn des Obertales bei Gries.

Die jetzt vorhandenen Moränen sind bei Haggen weit besser erhalten als bei St.Sigmund; es dürfte sich daher bei St.Sigmund um ältere Steinach-, bei Haggen um jüngere Gschnitzmoränen handeln (etwa 9000 und etwa 8000 v.Chr.). Nach HEUBERGER sind vom Mutenkogel Bergsturm Massen auf den Kraspesferner heruntergestürzt und wurden von ihm weitertransportiert; die Schuttstufe oberhalb von St.Sigmund ist demnach als Rest dieser Bergsturm Moräne anzusehen.

Eine linke Ufermoräne des Kraspegletschers hat oberhalb von Haggen das Kühtai-Satteltal verbaut. Die Moränenwälle bei den Bremsstallacken – dem neuen Siedlungsgebiet der Paida – Bewohner – sind Reste des Gleirschtalgletschers.

Reste älterer Moränen sind nach SENARCLENS-GRANCY am Unterhang des Sonnberges oberhalb von Haggen und St.Sigmund erhalten.

Auch am Oberhang des Sonnberges im Gebiet der Roßgrube sind nach HEUBERGER Reste von Gletscherständen erhalten: in der Roßgrube Daunmoränen, die nordwestlich auf der Zaigerseite durch einen Gschnitzmoränenwall begrenzt werden. „Unterm Zaiger“ finden sich Reste von Egesenstadien.

Die Kirche von St.Sigmund steht auf einer Moränenterrasse, die aus einem Gletscherbett herausgeschnitten wurde. An der Sonnseite zwischen Seichpichl und St.Sigmund sind Toteisformen erhalten.

Der Sonnberg ist trotz seiner Bergrißspuren und Blockhalden im allgemeinen wesentlich ruhiger als die steilen Nordhänge des Mutenkogels und der Freihut. Der stellenweise nur schwer passierbare Blockwald am Fuß des Mutenkogels stockt, wie schon erwähnt, auf einer Bergsturm Moräne, von der Freihut sind erst in jüngerer Zeit – 1821 und 1852, also zur Zeit des letzten Gletscherhochstandes schwere Bergstürze niedergegangen.

Die Bewaldung der Nordhänge des Sellrainer Obertales weist durch die Art der Bestände auf ständige Bergsturm- und Muren-tätigkeit hin, da in den Zirbenmischwäldern die Pionierholzarten Lärche und Grünerle vorherrschen.

Viele der morphologischen Besonderheiten des Tales wurden sicher bei der Besiedlung berücksichtigt: die Nordhänge wurden gemieden, schon der Beschattung wegen und vorwiegend die Schuttkegel und Moränenwälle besiedelt, wie auch GASSNER 1925 in ihren „Beiträgen zur Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte des inneren Sellraintales“ feststellt. Leider erwiesen sich diese Plätze im Laufe der Geschichte meist als muren- und lawinengefährdet.

Die Dauerbesiedlung des Obertales erfolgte nach den Erhebungen GASSNER's erst nach dem 12. Jahrhundert. Viele Namen weisen aber auf Besiedlung auch in vorrömischer und romanischer Zeit hin, so z.B. Mut = Weide, Gleirsch – glarea–gleira = Schutt; Paida ist schwer zu deuten, vielleicht besteht ein Zusammenhang mit dem romanischen camp oder gamp. Haggen aus haage (=Schwaighütte) oder hoag (=Zaun) sowie Kreuzlehn (früher Chraeutzloen) von lön, län = Berglehne sind rein deutsch. Haggen hieß früher auch Pischolfsperg, was auf den früheren Besitz durch das Bistum Brixen hinweist.

Will man nun die Waldlosigkeit des Obertales mit der Besiedlung in Zusammenhang bringen, dann könnte man aus den Namen schließen, daß schon in vorrömischer und römischer Zeit zumindest Almwirtschaft auf dem Sonnberg betrieben wurde, bei der ja bis heute Brandrodungen üblich sind. Verbindungswege mit dem Ötztal sind seit alters der Kühtai-Sattel, die Finstertaler Scharte und das Gleirschjöchel, mit dem Inntal das Kreuzjoch, die Flaurlinger Scharte und vor allem die Mittelgebirgsterrassen des Inntales. Diese Wege aus dem Inntal haben auch die deutschen Siedler im Mittelalter genommen; im 14. Jahrhundert wurden unter dem Schutz des Klosters Wilten die Sommersiedlungen allmählich in Dauersiedlungen umgewandelt. Die Praemonstratenser des Klosters Wilten hatten die Grundherrschaft über das innere Senders- und Lüsenser Tal sowie über das Obertal mit Kraspes- und Gleirschtal vom Bistum Brixen übernommen; dieses Gebiet wurde auch als Wilthiner oder Wilteiner Gepirg bezeichnet. Im ältesten Urbar von 1305 wurden genannt: drei Schwaigen (Viehhöfe) in Pischolfspersch (Haggen), eine Schwaige in monte Gleirs (Gleirsch), zwei Schwaigen in Ampweide (Paida), eine Halbschwaige in Chraeutzloener (Kreuzlehn) und eine Schwaige in Prahmaer (Praxmar).

Schon im 14. Jahrhundert wird das Gebiet von Paida „Ronach“ genannt, darunter verstand man eine schütterere Waldweide auf steilem Hang. Keine Urkunden und Hofnamen weisen auf Rodungen hin, außer vielleicht Brand, „Im Prant“ genannt; diese Bezeichnung kann aber auch auf ein Brandunglück zurückzuführen sein. Erst im 17. Jahrhundert wurde bei Paida für die Errichtung von Söllhäusern Wald gerodet und im 18. Jahrhundert bei Kreuzlehn ein Stück Wald „geräumt und gereutet“ und seither ein Feld in diesem Gebiet Raut genannt.

Im 16. und 17. Jahrhundert war die Bevölkerung des Obertales so angewachsen, daß man Hofteilungen bis zu einem Viertelhof vornahm, gegen den Willen der Grundherrschaft, die aber schließlich nichts dagegen unternehmen konnte. Die Viehhaltung war relativ groß – in Paida hatte jeder Viertelhof 15 Rinder und 30 Schafe, jedes Söllhäusl ein bis zwei Kühe und fünf bis zehn Ziegen. Die Ziegen und Schafe wurden auf die Hänge getrieben, auf die Weiderechte der Höfe wurde sehr streng geachtet. Auch die Nutzung der Mäher war sehr

knapp und streng bemessen: so wird in dem Revers des Georg Krapp in Paida 1580 erwähnt, daß seine Halbschwaige das Recht habe, von der Galtmahd und dem Kienberg jedes zweite Jahr den dritten Teil zu mähen.

Über die Waldnutzung ist bekannt, daß die Höfe über eine Art Hauseinforstung verfügten, z.B. war dies das „Wäldele“ der Praxmarer in Haggen. Auch von den Brandhöfen und Paida ist Waldnutzungsrecht bekannt, hier wurde der Wald aber stets mehr als Schutz gegen Lawinen als zur Deckung des Holzbedarfes betrachtet. Paida war schon zu Anfang der Besiedlung durch Lawinen bedroht; so wurde 1428 dem Michel Krel das Anwesen zerstört. Nachdem ihm von der Grundherrschaft ein Archenbau auferlegt wurde, geriet er in Schulden und mußte das Leihgut zurückgeben.

Zu Beginn des 18. Jahrhunderts hatten die Haggener „mit Holz so abgehaust“ daß der Wald nur mehr aus jungen Bäumen bestand und in Bann gelegt werden mußte; inzwischen wurde ihnen Holz anderweitig zur Nutzung angewiesen. Die größten Waldungen waren stets im Kreuzlehner Gebiet, sie waren Gemeindewaldungen im weitesten Sinn.

Die Regelung der Waldrodung ist erst aus dem 18. Jahrhundert bekannt: die Waldordnung des Stiftes aus dem Jahre 1733. Es durften nun keine Schlägerungen mehr ohne Erlaubnis erfolgen, Grasrupfen, Streurechen und Schwenden waren verboten, das Schneiteln stark eingeschränkt. Jedes Frühjahr mußte ein Dorfmeister um das Auszeichnen des zu schlagenden Holzes durch die Grundherrschaft ansuchen.

Alle diese Belege deuten darauf hin, daß schon im Mittelalter die Bewaldung des Sonnberges sehr schwach gewesen sein muß. Die Viehhaltung, besonders aber die Ziegenwirtschaft, trugen nicht dazu bei, den Wald zu erhalten. Dennoch sind ohne Zweifel an den Südwesthängen und an der Oberkante der steilen Sonnberghänge Waldböden vorhanden, die durch die Nutzung stark gestört, aber noch erkennbar sind und stets Brandhorizonte aufweisen.

Für die Altersbestimmung dieser Brandhorizonte sei Herrn Dr.H.FELBER, Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, herzlich gedankt.

Die ermittelten  $^{14}\text{C}$ -Daten weisen auf eine sehr frühe Besiedlung des Gebietes hin:

Fundort	Alter des Brandhorizontes (bezogen auf 1950)	Probe
Rauh-Ta, 1950 m Seehöhe		
moosreiche Rhododendronheide Brandhorizont im $A_h$ und $A_e$ eines Eisenpodsols	1680 Jahre $\pm$ 110 Jahre das ist 160 – 380 n.Chr.	VRI – 279
Brandner Bach Südwest, 1950 m Sh.		
Calluna-Heide Brandhorizont im kolluvialen $A_h$ eines Eisenpodsols	930 Jahre $\pm$ 190 Jahre das ist 830 – 1210 n.Chr.	VRI – 278

Weitere Spuren ehemaliger Bewaldung des Gebietes sind ein behauener Lärchenstrunk, der im Schutt des Bachlehner Grabens oberhalb Haggen gefunden wurde und eine starke Lärchenwurzel, die beim Wegebau in der Haggener Aufforstung ausgegraben wurde. Die Lärchenwurzel wurde von FELBER nach der  $^{14}\text{C}$ -Datierung (Probe VRI – 280) als rezent d.h. nicht älter als 200 Jahre angesprochen.

Man kann nach diesen Ermittlungen annehmen, daß der Haggener Sonnberg noch vor 200 Jahren zumindest schütter bewaldet war, daß die Entwaldung des Gebietes aber sehr früh – spätestens in römischer Zeit begonnen hatte.

## 2. Beziehungen zwischen Relief, Kleinklima, Böden und Vegetation

### 2.1 Relief und Kleinklima

Das Roßkogelmassiv ist vorwiegend aus Schiefergneisen und Glimmerschiefern aufgebaut; die Gipfel weisen Amphibolit- und Hornblendeschiefer auf, talwärts treten Biotitgranitgneis und Granodioritgneis auf.

Bei den anstehenden Felspartien am Leckschrofen und im Rauhen Tal sieht man, daß das Gestein sehr stark zerklüftet ist.

Der Südwestabfall des Roßkogelmassivs wird als Sonnberg bezeichnet, dieser reicht also vom mittleren Untertal oberhalb von Rotenbrunn bis ins Obertal bei Haggen. Im Obertal ist der Kreuzlehner Sonnberg steil, stark zerklüftet und von vielen Muren- und Lawinenrinnen durchzogen. Vielleicht ist das der Grund, weshalb die Unterhänge bis ins Rudental östlich Paida verhältnismäßig dicht bewaldet sind. Der Paider Sonnberg im Gebiet von Paida-Brand ist im Unterhang ebenfalls sehr steil, von Rinnen durchzogen und schütter bewaldet. Der Oberhang, von etwa 1800 – 2200 m ist etwas flacher, aber durch Wasserrinnen, Blockhalden und Bergrißstufen stark reliefiert. Vom Brandner Bach westwärts bis zu den Firstrinnen ist der Paider-, von dort bis zum Rauhen Tal der Haggener Sonnberg im oberen Teil von 2000 – 2300 m flach und wenig reliefiert, von 2000 m abwärts bis zum Talboden jedoch ebenfalls wieder sehr steil und durch Wasserrinnen in mehrere ausgeprägte hohe Rücken zerteilt.

Diese waldlosen Hänge sind ein gutes Studienobjekt zur Beobachtung der Zusammenhänge zwischen Relief und Kleinklima.

Will man ökologische Untersuchungen einleiten, dann ist es günstig, zunächst Standortsteste durch Beobachtung der Schneeverhältnisse und durch Aufnahmen der Boden- und Vegetationsausbildung zu machen. Diese Untersuchungen haben ergeben, daß im Laufe des Winters der Schnee weitgehend an die Oberränder der Südosthänge verfrachtet wird. Schon im Frühwinter sind die Mulden der Südosthänge mit Schnee gefüllt und bilden noch während des frühwinterlichen zeitweiligen Ausaperns konstante Figuren, die bis zum Frühling im wesentlichen ihre Form behalten. Die Bewindung ist demnach aus Südwest am häufigsten. Im Frühwinter sind die Luvhänge leicht mit Schnee bedeckt und man kann bei zeitweiligem Ausapern sehr gut das typische Kleinrelief der Solifluktuationsformen dieser Hänge erkennen. Die steilen Flanken der Südosthänge und die südexponierten Rippen sind in schneearmen

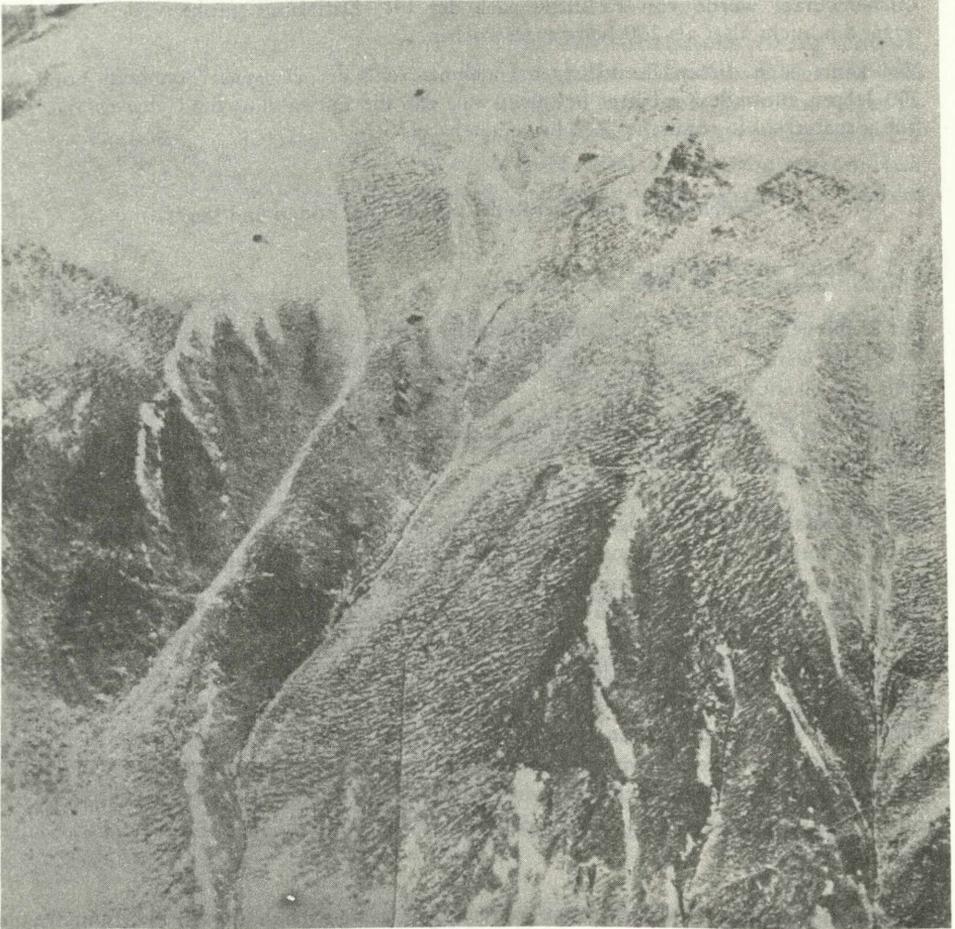


Abb.1: Detailbild des Haggener Sonnbergs im Frühwinter. Der Oberhang sowie die Rinnen und Mulden an den Südosthängen sind tief eingeschnitten, die Südwesthänge leicht verschneit, sodaß man gut die Girlandenbildungen sehen kann.  
phot. Neuwinger, freigegeben vom BMFLV, Zl. 7.698-RAbtB/71



Abb. 2: Detailbild vom Haggener Sonnberg (Bachlehner und Lutschauer) Mäher am Oberhang, Frühlingsaspekt.  
phot. W. Giersig, freigegeben vom BMfLV, Zl. 7.698-RAbtB/71

Бот. и Зоол. Институт АН УССР, ул. Л. Шевченко, 11  
Киев, Украина, 252017

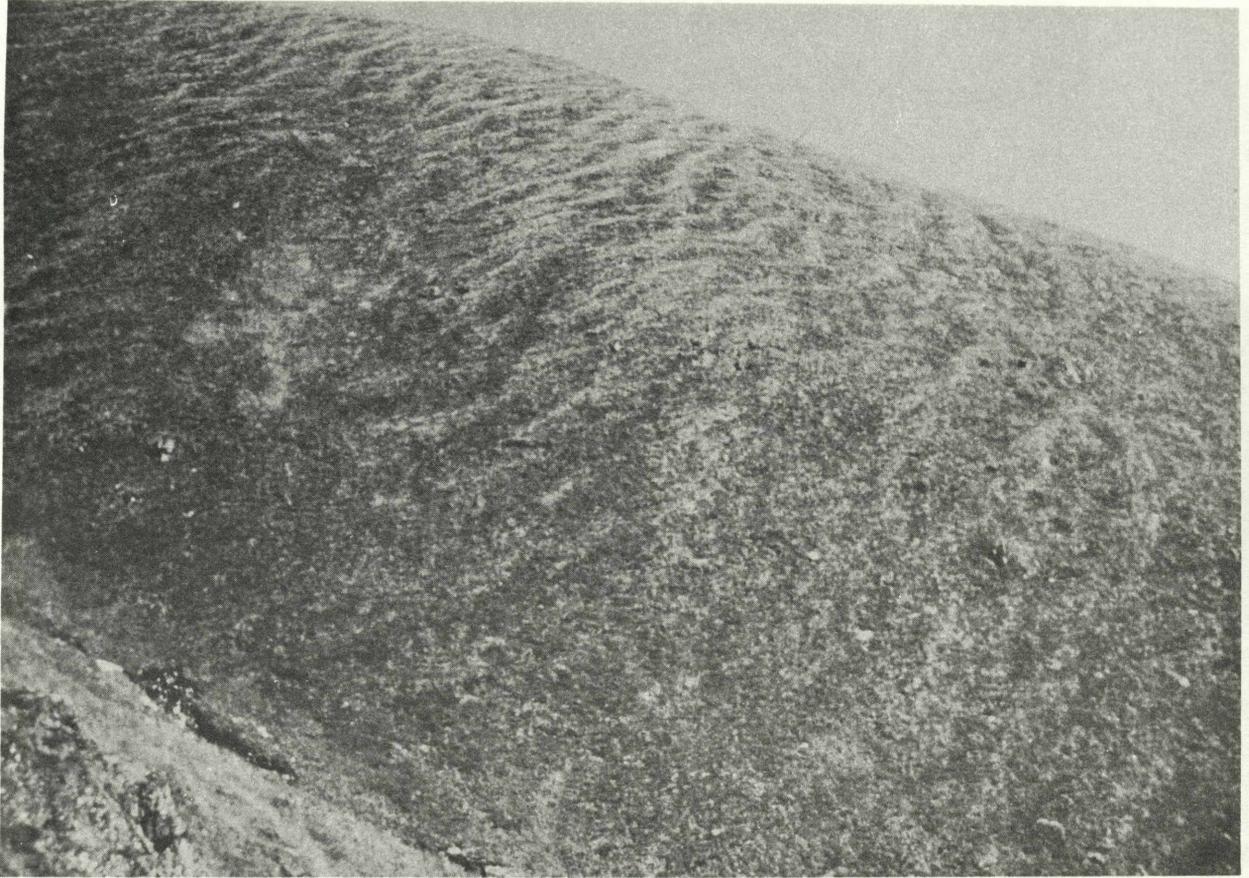


Abb. 3: Solifluktionserscheinungen am Oberhang des Haggener Sonnbergs: Girlandenbildungen der Podsole in SW-Exposition

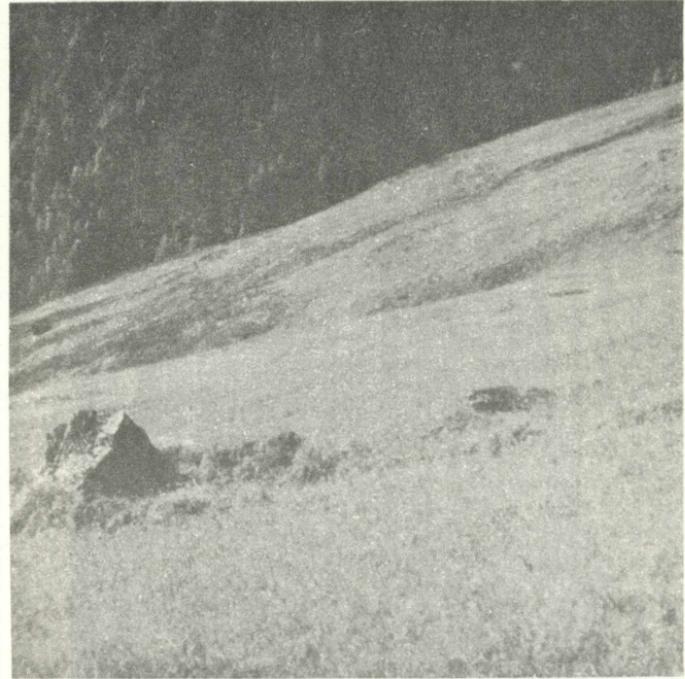
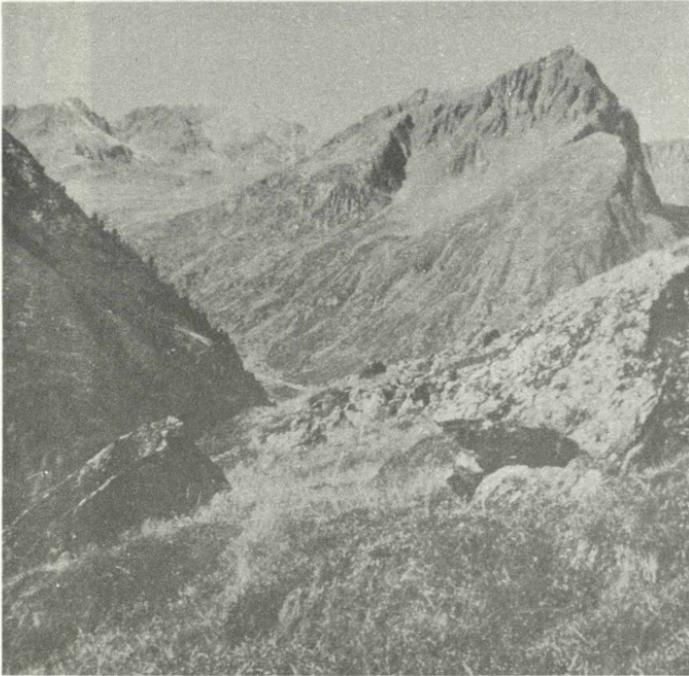


Abb. 4: Solifluktionerscheinungen am Oberhang des Haggener Sonnbergs: Große Steine, die langsam talwärts gleiten, haben einen Erdwulst vor sich aufgeschoben.

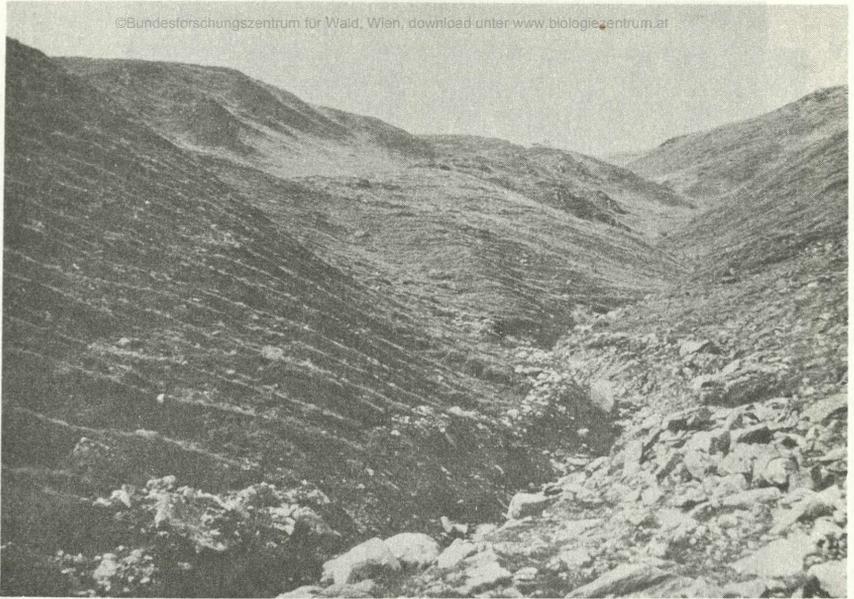


Abb. 5 u. 6:  
Weidegänge (Viehgangl) am Unterhang des Haggener Sonnbergs

Frühwintern meist sehr bald wieder aper, wahrscheinlich ist dies durch die rasche Erwärmung der vorspringenden Rücken und die Steilheit der Hänge bedingt. KRONFUSS (siehe seinen Beitrag im gleichen Heft) konnte noch während eines heftigen Schneefalls kleine Lawinengebänge an diesen Hangteilen beobachten. Der windexponierte Oberhang ist vom ersten Schneefall an konstant bedeckt und aper mit den Mulden und Wächtenrippen am spätesten aus. Im Spätwinter werden die Südwesthänge eher aper als die Südosthänge im Lee. Nach diesen Beobachtungen weisen also die Rippen und Rücken die größten Extreme bezüglich Feuchte und Wärme auf, die geringsten Extreme die Mulden der Leehänge und der Oberhang. Die Oberkante der Steilhänge dürfte eine ausgeprägte Isotherme darstellen. Die Luvhänge im Südwesten dürften geringere Extreme als die Rücken und größere als die Leehänge im Südosten aufweisen. Da die Sommerniederschläge im Gegensatz zum Schnee nicht verfrachtet werden, ist anzunehmen, daß die Sommerfeuchte der Südwesthänge im Luv und der Rücken ziemlich ausgeglichen bleibt.

Nach der Niederschlagskarte des Österreichischen Hydrografischen Zentralbüros beträgt der jährliche Niederschlag am Sonnberg zwischen 1200 und 1500 mm.

Diese Beobachtungen werden für einen kleinen Teil des Sonnberges im unteren Teil des Lutschauer bei Haggen durch klimatische Messungen der Station der FBVA mit Daten belegt (CERNUSCA und KRONFUSS 1970 und im gleichen Heft). Es ist geplant, das gesamte Aufzuchtungsgebiet durch weitergreifende Messungen und Aufzeichnungen mit Daten zu belegen und eine ökologische Karte des Gebietes anzufertigen.

## 2.2 Boden- und Vegetationsbildungen

Wie bereits ausgeführt wurde, hat das stark ausgeprägte Relief großen Einfluß auf das Kleinklima der Hänge. Es ist naheliegend, einen engen Zusammenhang mit den Boden- und Vegetationsbildungen zu erwarten. Aber nicht nur die natürliche Vegetation ist von der Reliefgestaltung beeinflusst sondern auch die Auswahl der Nutzflächen. So werden die zwar flachen aber stärkst bewindeten Teile des Oberhanges bei Haggen nicht voll genutzt und die Flächen sind daher stark verheidet und mit Flechten durchsetzt. Gleichzeitig spielt selbstverständlich die Wasserversorgung – die ja auch wieder vom Relief abhängt – eine große Rolle bei der Auswahl der Nutzflächen. Der nordwestliche Teil des Haggener Sonnberges ist im Oberhang zwar relativ flach und leicht erreichbar, aber stark bewindet und ohne Wasser (Kugleben, Kögele, Zaigerseite). Das Wasser aus den Felswänden versitzt im Moränen- und Hangschutt und im zerklüfteten anstehenden Gestein und kommt erst im oberen Drittel des steilen Unterhanges in kleinen Quellen zum Vorschein. Die Mäher „Mahdlegg“ und „Bachlehner“ sind durch Hangstufen vor dem Wind besser geschützt und durch kleine Wasserläufe versorgt. Aus der Roßgrube, einer ehemaligen Roßweide, kommt der stärkste Wasserlauf des Paider Sonnberges, der Brandner Bach; von ihm wird Wasser für die Brandner Mäher abgezweigt und in Rinnen verteilt. Auch die flache, blockreiche Mulde östlich des Brandner Baches ist mit einem Wasserlauf versorgt und wird an einigen Stellen als Mäher genutzt. Hier kann man in verheideten Rasen Spuren verlassener Wälle feststellen, wie man dies auch in anderen Alpentälern beobachten kann, zum Beispiel auf dem Sonnberg bei Galtür.

Die übrigen Teile des Sonnberges sind an den Luvhängen stark verheidet und weisen relativ tiefgründige Humushorizonte auf, die oft doppelt so mächtig sind wie im niederschlagsärmeren

oberen Ötztal; zu den allgemein besseren Feuchtebedingungen kommt noch die starke Solifluktion an den sommerfeuchten Luvhängen, die zu einer Überhöhung der Humushorizonte führt. Die langsamen Kriechbewegungen der Bodendecke sind besonders gut an größeren Steinen zu beobachten, die infolge ihrer Schwere schneller abwärts gleiten, vor sich einen Wulst aufschieben und eine deutliche Kriechrinne hinterlassen. In den Rasen der „Zaigerseite“ sind mehrere dieser „Rodelsteine“ zu sehen. Infolge des Bodenkriechens wurden an den Luvhängen ab 1800 m, in bester Ausprägung zwischen 1900 und 2100 m girlandenartige Oberflächenformen ausgebildet. Die Wülste sind oft über ein Meter hoch und werden durch nahezu vollständig regenerierte Podsole gebildet, die charakteristische Pflanzengemeinschaften tragen: an den Wulststirnen dichte Callunaheiden mit *Juncus trifidus*, an den flachen Treppenabsätzen, wo die Humusdecke manchmal reißt, schütterte Callunaheide mit *Arctostaphylos Uva ursi* und Vaccinien. In den Profilen dieser Böden kann man unter den sich regenerierenden Humushorizonten fast immer Brandhorizonte mit Resten von Auswaschungshorizonten finden und darunter die leuchtend rötlich ocker farbene mineralischen Einwaschungshorizonte typischer Eisenpodsole (siehe Nachtrag). Es sind hier also Böden ausgebildet, die auch in anderen Gebieten als gestörte ehemalige Eisenpodsole, also Waldböden der subalpinen Stufe, identifiziert wurden.

Völlig anders geartet sind Böden und Vegetation an den Südosthängen im Lee der Hauptwinde: Hier verursacht das Abschmelzen der Wächten im Frühjahr Bodenerosionen, die bis zu kleinen Hanganrissen erweitert werden können; es finden sich daher an den Südosthängen nur Anfangsbodenbildungen, an den mäßig feuchten Rändern unter Pionierheiden, in den feuchteren Hangmulden und Rinnen unter Rasen, anmoorigen Rasen und Quellfluren.

Interessant ist der Vergleich der Bodenbildung am Haggener Sonnberg mit der Bodenbildung an einem Westhang bei Obergurgl im Ötztal (siehe Schema). Im S – N verlaufenden Gurgler Tal überwiegen die Taleinwinde aus NO, im W – O verlaufenden Sellrainer Oberthal die Talauswinde aus SW. In beiden Tälern finden wir die Podsolbildungen, beziehungsweise die Podsolregeneration im Luv der Hauptwinde, erodierte Podsole im Lee. In Gurgl sind jedoch die reifen Podsole auf der Schattseite in NO Exposition, bei Hagggen in SW-Exposition auf der Sonnseite. Die Besonnung hat demnach keinen Einfluß auf die Reifung der Podsole, sondern nur die je nach Wind- und Schneelage verschiedenartige Erosionsbereitschaft der Hänge.

Wir finden daher im subalpinen Bereich nicht klimatisch bedingte verschiedenartige Bodentypen oder –subtypen sondern nur verschiedene Reifegrade von Podsolen. Bei längerer Ruhe der Hänge würden sich auch in den Südostlagen am Haggener Sonnberg Zirbenmischwälder auf Podsolen entwickeln, wie dies die Pionier–Rhododendreten auf Podsolrankern im Brandner Tal bereits anzeigen. Ausgeprägte Eisenpodsole mit mächtigen Auflagehorizonten unter dichter moos- und flechtenreicher Alpenrosenheide finden sich am Haggener Sonnberg nur in schmalen Streifen in WSW und W – Exposition am Einhang des Kögele zum Rauhen Tal auf dicht bewachsenen ganz verdeckten Blockhalden. Unter den Magerwiesen der Mähder, den Düngewiesen und den Muldenrasen finden wir mehr oder weniger gut erhaltene Reste von Podsolen, deren Humushorizonte durch Nutzung und Erosion braunerdeartig verändert wurden; es sind hier mullartige Humusbildungen entstanden und es ist auch eine mäßige Regenwurmtätigkeit zu beobachten.

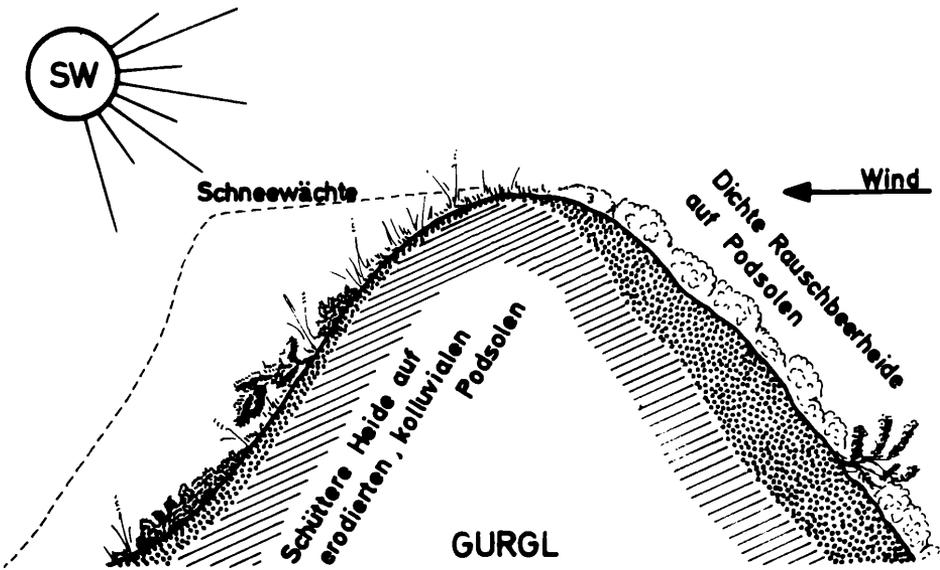
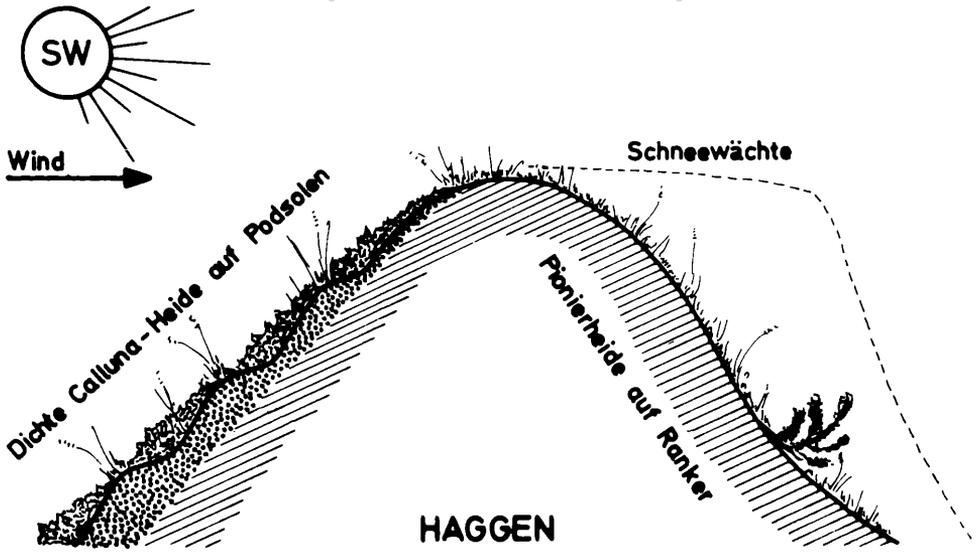


Abb. 7: Skizze des Einflusses von Wind und Schnee auf die Bodenbildung am Haggener Sonnberg und in der Gurgler Heide, Ötztal

In den Heiden spielt die Wühlarbeit der Mäuse sicher eine große Rolle für die Ausbildung der mineralreichen Humushorizonte: im Frühjahr kann man an manchen Plätzen pro Quadratmeter ein bis zwei Mauslöcher sehen, um die in einem Radius von 20 – 30 cm mineralischer Aushub halbkreisförmig ausgebreitet ist.

Am Hangfuß haben sich unter dem Einfluß der Beweidung stark verheidete Mager-Rasen auf seichten braunen podsoligen Rankern gebildet, die ebenso wie das durch Aufschüttung ausgeglichene Relief sehr einheitlich wirken. Sie sind durchsetzt mit anmoorigen Rasen und Quellfluren.

## 2 2 . 1 Einfluß der Nutzung des Sonnberges als Weide und Mahd auf die Boden- und Vegetationsbildung

Intensive Nutzung und schwacher Bodenabtrag bewirken in den subalpinen Gebieten stets starke Vergrasung; Vernachlässigung der Weiden und Mäher führt die Pflanzendecke mit ihren Böden über ein Heidestadium wieder in den ursprünglichen Waldzustand zurück. Diese Entwicklung kann auch lange Zeit durch ein Dauerstadium unterbrochen werden, das durch Aufforstung und Impfung der Böden in Verbindung mit mechanischen Bodenverbesserungsmaßnahmen überwunden werden kann.

Wie bereits angeführt, sind am Sonnberg nur wenige begünstigte Teile intensiv bewirtschaftet; hier sind durch Berieselung und Düngung kräuterreiche Wiesen entstanden, die mit Hilfe eines Seillaufzuges genutzt werden, während viele ehemalige kleinere Mäher zunehmend verheiden. Je dichter die Verheidung wird, desto besser ist die Regeneration der Humushorizonte, vor allem der Auflagehorizonte. Ab und zu findet man spontanen Jungwuchs oder Zwergwuchs von spalterartig wachsenden Lärchen oder verbissenen Fichtengruppen, bis in eine Höhe von etwa 2200 m. Vielleicht wird sich die Reduzierung der Ziegenherden auch auf den spontanen Jungwuchs günstig auswirken.

Der im Bereich des Sonnberges befindliche Wald ist ebenfalls durch die Nutzung stark verändert, der Artenbestand auf die Fichte reduziert, während die Nordhänge Zirben-Lärchen-Fichten-Mischwald aufweisen. Da man ähnliche Verhältnisse in vielen sonnseitig gelegenen Weidegebieten findet, könnte man meinen, daß die Zirbe Südhänge meidet und nur an feuchtkühlen Nordhängen gedeiht. Untersuchungen von OSWALD 1963, STERN 1964 und SCHIECHTL 1970 widerlegen diese Annahme. Die wertvollen Zirben und Lärchen dürften herausgeschlägert worden sein und die Fichten dadurch die Oberhand bekommen haben. Am Haggener Sonnberg steht im Gebiet der Leckschrofen noch eine einzige Zirbe, weiter taleinwärts gibt es wieder kleine Gruppen.

Interessant ist, daß im Bereich autochthoner, anthropogen verarmter Fichtenwälder die Aufforstung mit Fichten immer größere Schwierigkeiten macht als die Aufforstung mit Lärchen und Zirben.

## 2.2.2 Die kartierten Boden- und Vegetationseinheiten

Die beiliegende Karte zeigt in Brauntönen die Heiden, in Grüntönen die Rasen, Wasserläufe und Hangvernässungen sind durch Blautöne gekennzeichnet. Aus den beiliegenden Tabellen der Vegetationsaufnahmen kann man entnehmen, daß die Rasen sehr artenreich sind, der Artenbestand aber mit zunehmender Verheidung stark abnimmt.

Die Rasen am Hangfuß und die Rasen der Oberen Verebnung haben in der Karte die gleiche Farbe, da es sich in beiden Fällen um stark verheidete magere Rasen mit viel Bürstling auf flachen Humushorizonten über Podsolresten handelt. Die gesamte Artenzusammensetzung ist jedoch der Höhenlage entsprechend verschieden, wie man aus den Tabellen entnehmen kann.

## 2.2.3 Eignung der Böden für Aufforstungen

### 2.2.3.1 Bewertung nach Geländeaufnahmen

Für praktische Zwecke ist es empfehlenswert, neben den rein bodeneigenen Merkmalen auch allgemeine Standortmerkmale in die Bewertung der Böden einzubeziehen; man gewinnt auf diese Weise mehr Verständnis für die Entstehung der Böden und die Beanspruchung der Forstpflanzen.

Die Girlandenböden der Südwesthänge des Sonnbirgls sind relativ gut für Aufforstungen geeignet, wenn man sie ihrer Lage nach beurteilt: die Treppenabsätze lassen sich leicht bearbeiten, die Hänge tragen in Normalwintern eine mäßige bis mittelhohe Schneedecke und die Sommerfeuchte ist, nach Stichproben zu urteilen, mäßig bis hoch. Diese günstige Beurteilung gilt nicht für Jahre mit schneearmen Wintern und sehr trockenen Herbst; im Winter ist die Frostgefahr infolge Schneemangels und im Herbst die Austrocknung der Pflanzlöcher infolge der starken Bewindung für frisch gesetzte Pflanzen sehr problematisch. Die Verwendung von Antitranspirantien könnte hier ebenso Abhilfe schaffen wie die Topfpflanzenmethode (TRANQUILLINI und RABENSTEINER sowie GÖBL 1970 und im gleichen Band).

Die Pionierheiden und Muldenrasen der Südosthänge sind lagemäßig sehr schlecht für Aufforstungen geeignet, da diese durch Schneekriechen, Wäcchten, Lawinenabgänge und Bodenerosion gestört und vernichtet werden können. Wendet man sich nach dieser allgemeinen Standortcharakteristik den bodeneigenen Merkmalen zu, so muß man gerade den lagemäßig schlecht geeigneten Böden der Südosthänge die beste Bewertung als Nährmedium geben. Wir finden hier als Anfangsbodenbildungen humose, feinsandreiche Ranker mit starkem Regenwurmbesatz; die Humusform ist demnach ein mäßig saurer, mullartiger Moder, der als Nährstoffreservoir für die anspruchsvolle Fichte besser geeignet ist, als der stärker saure Rohhumus der Girlandenpodsole. Im Ötztal konnten in ähnlichen humosen Rankern auch gutwüchsige Lärchen und Zirben gefunden werden, obwohl die Zirbe allgemein als Rohhumuskeimer gilt, ebenso wie die Alpenrose *Rhododendron ferrugineum*; BUTTNER, der Betreuer des Alpengartens auf dem Patscherkofel hatte bei der Alpenrose gute Auf-

ARTENZUSAMMENSETZUNG DER RASEN  
Dominanz und Deckung geschätzt nach der internationalen Skala<sup>1)</sup>

	Dü ng e w i e s e n			M a g e r w i e s e n		
	Haggen	Brandner und Paider		Mulden-	verheidete	
	1650m	M ä h d e r 1800 - 2100m		rasen 1800- 2100m	Weiderasen 1700- 2050- 2200m	
	frisch	feucht	trocken			
<i>Anthoxantum odoratum</i> L.	2	2	+	2	2	2
<i>Nardus stricta</i> L.		1	2	2	2	1
<i>Avena versicolor</i> Vill.		1	-	2	2	2
<i>Agrostis vulgaris</i> With.	1	1	1	1	-	
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	-	+	-	1	2	
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B.	1	+	2		+	2
<i>Festuca rubra</i> L.	2	2	2	1	+	
<i>Arrhenaterum elatius</i> (L.) J. etC. Presl	1	1	1			
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. B.	1	-				
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	1				
<i>Sesleria disticha</i> (Wulf.) Pers.		+		1		
<i>Phleum alpinum</i> L.		1	1			
<i>Briza media</i> L.	+	+	+			
<i>Poa annua</i> L.	1	1	1			
<i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench		+	1			
<i>Polygonum Bistorta</i> L.	3	1	2			
<i>Melandrium diurnum</i> (Sibth.) Fr.	2	2	1			
<i>Myosotis alpestris</i> F. W. Schmidt	2	1	2			
<i>Rhinantus minor</i> L.	1	+	+			
<i>Alchemilla alpina</i> L.	2	1	2			
<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	+	+			
<i>Trifolium pratense</i> L.	+	+	+			
<i>Trifolium alpinum</i> L.		+				
<i>Trifolium repens</i> L.		+				
<i>Trifolium badium</i> Schreb.		+				
<i>Anthyllis montana</i> L.		+				
<i>Rumex alpinus</i> L.	3					
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	+					
<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.						
<i>Campanula Scheuchzeri</i> Vill.		+				
<i>Campanula barbata</i> L.		+	+			
<i>Campanula rotundifolia</i> L.		+	+			
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.		+	+			
<i>Euphrasia Rostkoviana</i> Hayne		1	1			
<i>Euphrasia minima</i> Jacq.		+	+			
<i>Melampyrum pratense</i> L.		+				
<i>Thymus serpyllum</i> s.l. L.						
<i>Carex sempervirens</i> Vill.						
<i>Carex pallescens</i> L.						
<i>Carex foetida</i> All.						
<i>Carex echinata</i> Murray						
<i>Juncus trifidus</i> L.						-
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC						+
<i>Luzula silvatica</i> (Huds.) Gaud.						1
<i>Crocus albiflorus</i> Kit.	1	1	1			+
<i>Lloydia serotina</i> (L.) Rchbg.			+			
<i>Caltha palustris</i> L.			+			
<i>Nigritella nigra</i> (L.) Rchbg.						
<i>Gymnadenia albida</i> (L.) Rchbg.						
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) Rchbg.						
<i>Polygonum viviparum</i> L.			+			
<i>Trollius europaeus</i> L.			1			
<i>Pulsatilla alpina</i> ssp. <i>sulphurea</i> (DC) A. u. G.			+			

<sup>1)</sup> selten  
spärlich, wenig Deckung  
weniger als 5% aber viele Individuen  
oder spärlich aber hohe Deckung  
5 - 25% oder  
weniger als 5% doch viele Individuen  
3 25 - 50%  
4 50 - 75%  
5 mehr als 75%

	Düngewiesen			Magerwiesen		
	Haggen	Brandner Paider M ä h d e r		Mulden- rasen	verheidete Weiderasen	
	1650m	1800 - 2100m	1800 - 2100m	1800 - 2100m	1700- 1850m	2050- 2200m
<i>Pulsatilla vernalis</i> (L.) Mill.						
<i>Cardamine amara</i> L.						
<i>Ranunculus acer</i> L.		+				
<i>Ranunculus montanus</i> Willd.		+				
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rauschel		-				
<i>Geranium phaeum</i> L.		1				
<i>Viola rupestris</i> F. W. Schmidt						
<i>Viola biflora</i> L.						
<i>Carum carvi</i> L.						
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.						
<i>Heracleum Sphondylium</i> L.						
<i>Peucedanum Ostruthium</i> (L.) Koch						
<i>Ligusticum Mutellina</i> (L.) Crantz						
<i>Primula farinosa</i> L.						
<i>Helianthemum nummularium</i> ssp. <i>grandiflorum</i> (Lam et DC) Schinz et Thellung						
<i>Gentiana campestris</i> L.						
<i>Gentiana Kochiana</i> Perr. et Song.						
<i>Gentiana verna</i> L.						
<i>Ajuga pyramidalis</i> L.						
<i>Prunella vulgaris</i> L.						
<i>Achillea Millefolium</i> L.						
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.						
<i>Crepis aurea</i> (L.) Cass.						
<i>Carlina acaulis</i> L.						+
<i>Leontodon helveticus</i> Mer. em Widder						+
<i>Leontodon hispidus</i> L.						+
<i>Veronica Chamaedrys</i> L.						+
<i>Veronica bellidioides</i> L.						+
<i>Bartsia alpina</i> L.						+
<i>Pedicularis tuberosa</i> L.						+
<i>Pinguicula alpina</i> L.						+
<i>Pinguicula vulgaris</i> L.						+
<i>Galium anisophyllum</i>						+
<i>Soldanella alpina</i> L.						+
<i>Solidago virga aurea</i> L.						+
<i>Aster alpinus</i> L.						+
<i>Erigeron uniflorus</i> L.						+
<i>Antennaria dioeca</i> (L.) Gärtn.						+
<i>Antennaria carpathica</i> (Wahlenb.) Bluff u. Fingerh.						+
<i>Hipposchoeris uniflorus</i> Vill.						+
<i>Arnica montana</i> L.						+
<i>Sieversia montana</i> (L.) R. et Br.						+
<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq.						+
<i>Silene nutans</i> L.						+
<i>Silene cucubalus</i> Wib.						+
<i>Vaccinium Myrtillus</i> L.						+
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.						+
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull.						2
<i>Primula hirsuta</i> All.						+
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Weber						+
<i>Cladonia silvatica</i> (L.) Hoffm.						+
<i>Polytrichum piliferum</i> Schreber						+

<sup>1)</sup> selten  
 spärlich, wenig Deckung  
 weniger als 5% aber viele Individuen  
 oder spärlich aber hohe Deckung  
 2 5 - 25% oder  
 weniger als 5% doch viele Individuen  
 3 25 - 50%  
 4 = 50 - 75%  
 5 mehr als 75%

	vergraste Heide 1800m.-2100m	Girlanden- heide 1800m.-2100m	Alpenrosen- heide 1800m.-2100m	Flechtenheide 2100m.-2250m	Pionierheide 1800m.-2100m
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull.	3	3		1	+
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	+	1		2	+
<i>Vaccinium Vitis idaea</i> L.	1	+		+	-
<i>Vaccinium Myrtillus</i> L.		+	2	+	1
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.			2	-	1
<i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desv.			+	3	r
<i>Cladonia silvatica</i> (L.) Hoffm.			1	2	
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Weber			1	2	
<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach.			1		
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Br. eur.			3		
<i>Cetraria nivalis</i> (L.) Ach.			+	+	
<i>Alectoria ochroleuca</i> (Hoffm.) Mass.		1		1	
<i>Arctostaphylos uva ursi</i> (L.) Spreng.		2			
<i>Primula hirsuta</i> All.	+	+			
<i>Primula minima</i> L.	-	-			
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	1	+			-
<i>Nardus stricta</i> L.	2	1		-	1
<i>Sesleria disticha</i> (Wulf.) Pers.	+	+		1	
<i>Avena versicolor</i> Vill.	+	+			
<i>Juncus trifidus</i> L.	+	1			-
<i>Carex sempervirens</i> Vill.	+	1			+
<i>Anthoxantum odoratum</i> L.	+	+			+
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	+	+			+
<i>Luzula silvatica</i> (Huds.) Gaud.	1	+			+
<i>Calamagrostis villosa</i> (Chaix) J. F. Gmel.	+	+			1
<i>Nigritella nigra</i> (L.) Rchbg.	+				
<i>Gymnadenia albida</i> (L.) Rchbg.	+				
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) Rchbg.	+				
<i>Pulsatilla alpina</i> ssp. sulphurea (DC.) A. u. G.	+				
<i>Pulsatilla vernalis</i> (L.) Mill.	+				
<i>Ranunculus montanus</i> Willd.					
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Räuschel					
<i>Sieversia montana</i> (L.) R. u. Br.					
<i>Lotus corniculatus</i> L.					
<i>Gentiana Kochiana</i> Perr. u. Song.					
<i>Bartsia alpina</i> L.					
<i>Pedicularis tuberosa</i> L.					
<i>Pinguicula vulgaris</i> L.					
<i>Campanula barbata</i> L.					
<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.					
<i>Aster alpinus</i> L.					
<i>Antennaria dioeca</i> (L.) Gärtn.					
<i>Antennaria carpathica</i> (Wahlenb.) Bluff u. Fingerh.					
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.					
<i>Hippochoeris uniflora</i> Vill.					
<i>Leontodon helveticus</i> Mér. em. Widder					
<i>Arnica montana</i> L.					
<i>Thamnomia vermicularis</i> (Sw.) Ach.					
<i>Larix decidua</i> Miller					
<i>Picea excelsa</i> Link					
<i>Juniperus communis</i> ssp. nana Syme					

zuchterfolge in mineralischem Substrat (mündliche Mitteilung). Hiezu ist noch zu bemerken, daß die geschlossenen Zirbenwälder der inneren Alpentäler meist auf Böden zu finden sind, deren Profil den Nachweis erbringt, daß die Bestände aus Rankern über erosionsgestörten Podsolen hervorgegangen sind.

Die Pionierheiden und Rasen auf den Rankern der Südosthänge des Sonnberges können demnach für gemischte Zirben–Lärchen–Fichten–Pflanzungen empfohlen werden.

Die Böden der Südwesthänge zeigen ausgesprochene Podsoleigenschaften; die Humushorizonte sind aber durch langsame, stete Bodenbewegungen so mineralreich, daß sie sich sowohl für Zirben als auch für Lärchen eignen. Frischgepflanzte Fichten dagegen werden gelb und brauchen lange Zeit um sich anzupassen.

### 2. 2 . 3 . 2 Bewertung nach Analysen

Es wurden die gleichen Analysenmethoden wie für die Untersuchung der subalpinen Öztaler Heiden angewendet NEUWINGER 1967. Bestimmung der Korngrößen mit kombiniertem Sieb– und ANDREASEN–Pipett–Verfahren. Bestimmung von Basensättigung und Umtauschkapazität nach KAPPEN und SCHACHTSCHABEL aus SCHLICHTING und BLUME 1966. Bestimmung der organischen Substanz durch nasse Verbrennung. Bestimmung von Gesamtphosphor im nassen Aufschluß durch Schwefelsäure und Perhydrol, von verfügbarem Phosphor im  $n/10$  HCl– und  $n/10$  NaOH Extrakt mit Molybdänblau; Kalium, Calcium und Mangan jeweils im nassen Aufschluß und im  $n/10$  HCl–Extrakt, K und Ca flammenphotometrisch, Mn als K–Permanganat. Stickstoff im nassen Aufschluß als  $NH_4-N$ .

Die untersuchten Böden des Sonnbergs zeigen nicht nur morphologisch sondern auch chemisch–physikalisch den Einfluß von Beweidung und Erosion: nur bei den typischen Eisenpodsolen, die in einem schmalen Band am Westeinhang des Rauhen Tales liegen, finden sich rein organische Auflagen mit sehr weiten C/N–Verhältnissen; in den regenerierten Podsolen der Girlandenböden, die ihre organischen Auflagen eingebüßt haben, ist das C/N–Verhältnis etwa 25–30, in den Rasen je nach Verweidungs– und Erosionsgrad 10 – 25. Bezeichnend für Weide– und Erosionseinfluß ist auch ein sehr enges Phosphor–Stickstoff–Verhältnis, wie es für die Öztaler Böden nur in den extensiv bewirtschafteten Heiden gefunden wurde, nicht aber in den Wald–Regenerationsstadien. Außerordentlich groß sind die Kali–Vorräte, die aus den glimmerreichen Ausgangsgesteinen stammen; sie sind in den regenerierten Podsolen wenig, in den frisch und feuchten Rasen reichlich verfügbar, Leichtbewegliches Mangan, dem ein wachstumshemmender Einfluß auf Forstpflanzen besonders auf Fichten zugeschrieben wird (ROUSSEAU 1959) ist nur am Hangfuß in den braunen, podsoligen Rankern wahrnehmbar, sonst nur in Spuren vorhanden.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß es zwischen den einzelnen ökologischen Einheiten große Unterschiede in der Nährstoff–Verfügbarkeit gibt. In den regenerierten Podsol–Humushorizonten ist Basenarmut und Vorrat an wenig aufgeschlossenem Stickstoff vorherrschend, in den kolluvialen Moderböden sind in den Humushorizonten die Nährstoffverhältnisse ausgeglichener, die Basengehalte sind höher. In den Mineralhorizonten

TABELLE DER NÄHRSTOFFGEHALTE IN RASENBODEN

Standort Bodentyp	Horizont	Mächtigkeit cm	pH nKCl	organ. Subst. %	Feinerde<2mmØ g/ccm Bodenvol.	Nährstoffe in Gewichts <sup>o</sup> /oo des lufttrockenen Bodens, 2mm KorngrößenØ									
						PO <sub>4</sub> Extrakt HCl NaOH		K Extrakt ges.		Ca Extrakt ges.		Mn Extrakt ges.		N gesamt	
Düngewiesen, Brandner Mähder	A <sub>h</sub>	20	4,2	15	0,4	0,14	0,3	2,5	0,8	7,3	0,14	1,65	0,025	0,3	
Süd Exp., 1950m	A/B <sub>koll.</sub>	20	5,0	6	0,6	0,32	0,4	2,4	0,05	6,2	0,65	1,9	0,01	0,35	
Podsolreste	B/C	60	5,0	2	0,5	0,5	0,4	1,8	0,07	6,2	0,04	1,7	0,02	0,2	
Düngewiese, Haggen, 1700m	A <sub>1/f</sub>	0,5	5,1	23,3		0,68							0,5	5,3	
brauner Ranker	A <sub>h</sub>	12	5,0	18,8		0,52							0,6	8,1	
	C	grobsteiniger Sand, keine Analyse													
Muldenrasen, Bachlehner	A <sub>1/f</sub>	0,5	4,7	15,0	0,3	0,41	0,45	1,8	0,74	10,1	1,0	1,4	0,02	4,7	
Südost Exp., 1800m	A <sub>h</sub>	6	4,7	8,6	0,4	0,28	0,38	1,4	0,2	9,0	0,14	2,2	0,07	1,8	
mullartiger Ranker	C	stark steiniger Grobsand, keine Analyse													
Schwemm-Mulde, Bachlehner	A <sub>1/f</sub>	0,5	4,6	31,2	0,1	0,58	0,49	2,2	1,9	10,0	3,1	3,3	0,03	5,0	
1850m	A <sub>h</sub>	20	4,5	25,8	0,4	0,22	0,38	2,5	0,45	11,1	0,9	1,1	0,03	5,0	
anmooriger Rasen-Mullranker	A/B <sub>g</sub>	70	4,4	14,5	0,7	0,28	0,24	1,8	0,28	8,0	0,3	1,1	0,01	3,2	
Quellflur, Bachlehner	A <sub>1/f</sub>	0,5	4,8	18,5	0,1	0,66	0,58	3,7			2,2				
1800m	A <sub>h</sub>	15	4,9	6,6	0,4	0,5	0,4	1,8			0,8				
anmooriger Ranker															

TABELLE DER NÄHRSTOFFGEHALTE IN HEIDEBÖDEN

Bodentyp Standort	Horizont	Mächtigkeit cm	pH nKCl	organ. Subst. %	Feinerde < 2mm Ø g/ccm Bodenvol.	Nährstoffe in Gewichts <sup>o</sup> /oo des lufttrockenen Bodens, 2mm KorngrößenØ									
						PO <sub>4</sub> Extrakt		K Extrakt HCl	Ca Extrakt		Mn Extrakt		N gesamt		
						HCl	NaOH		ges.	ges.	HCl	ges.		HCl	ges.
Rhododendron-Heide	O <sub>f</sub>	60	2,5	84,5	0,1	0,19	0,38	1,8	0,41	0,7	0,25	1,9	0,01	0,1	7,1
Eisenpodsol	O <sub>h</sub>	30	3,2	51,7	0,3	0,11	0,25	2,2	0,15	2,1	0,08	0,5	0,01	0,1	11,4
Raues Tal, WSW Exp.	Brand- u. Ae-Reste	5	keine Analysen												
1950m	B <sub>h/s</sub> Kluffüllung zwischen Blöcken		5,0	8,0	0,5	0,14	0,45	1,8	0,08	6,5	0,08	2,2	0,01	0,25	8,1
Calluna-Heide	A <sub>f/h</sub>	20	3,6	29,7	0,2	0,07	0,3	1,9	0,12	2,7	0,14	2,2	0,01	0,4	5,0
Girlandenboden, Eisenpodsol	A <sub>h</sub> koll.	30	4,2	13,0	0,4	0,09	0,3	2,0	0,04	3,2	0,04	1,8	0,01	0,5	3,1
Brandner Bach, SW Exp.	B <sub>h/s</sub> koll.	60	5,0	8,0	0,5	0,3	0,18	1,7	0,03	4,0	0,07	1,7	0,01	0,5	2,7
1950m	B/C	40	5,0	2,3	0,5	0,16	0,39	1,7	0,04	4,8	0,07	2,8	0,01	0,45	2,7
Calluna-Heide	A <sub>f/h</sub>	20	3,8	26,5	0,2	0,09	0,32	2,4	0,14	3,6	0,07	1,4	0,01	0,45	4,5
Girlandenboden, Eisenpodsol	A <sub>h</sub> koll.	60	4,5	11,6	0,4	0,02	0,27	2,6	0,06	7,3	0,04	1,8	0,02	0,43	2,4
Hirschpichl, SW Exp.	Mineralhorizonte siehe Eisenpodsol Brandner Bach														
1900m															
Pionier-Heide, Podsolranker	A <sub>f/h</sub>	10	3,8	12,0	0,3	0,46	0,47	2,1	0,22	4,5	0,19	1,9	0,06	0,35	2,2
Brandner Bach, SE Exp.	B/C	40	5,0	0,5	0,5	0,55	0,29	1,6	0,19	5,6	0,07	2,2	0,02	0,45	1,3
1950m															
Calluna-Heide	A <sub>1/f</sub>	10,5	4,6	17,0	0,3	0,34	0,45	1,7	0,43	8,7	0,21	1,4	0,01	0,52	4,2
Podsoliger brauner Ranker	A <sub>h</sub>	10	4,5	9,3	0,8 verdichtet	0,23	0,36	1,3	0,23	10,0	0,08	1,65	0,03	0,4	2,4
Bachlehner, SE Exp.	B/C	60	4,7	1,5	0,5	0,26	0,36	0,65	0,14	8,7	0,04	1,4	0,02	0,52	1,4
1800m															

## KORNGRÖSSEN IN DEN MINERALHORIZONTEN

Bodenbezeichnung	Horizont	Steine% > 2mm	Grobsand% 2mm - 0,2mm	Feinsand% 200 $\mu$ -20 $\mu$	Schluff% 20 $\mu$ -2 $\mu$	Kolloide < 2 $\mu$
Podsoliger brauner Ranker Hangfuß, 1800m	B/C	81,33	9,13	8,58	0,82	0,14
Wiese Brandner Mähder 1950m	B <sub>koll</sub>	16,5	27,5	45,9	1,5	8,6
	B/C	31,8	28,0	32,8	2,2	5,2
Eisenpodsol SW-Einhang Brandner Bach, 1950m	B/C	31,1	35,0	27,3	1,5	5,0
Podsolranker SE-Einhang Brandner Bach, 1950m	(B)/C	42,4	31,0	22,7	1,0	2,9
Eisenpodsol Rauhes Tal, 1950m	B <sub>h/s</sub>	64,5	13,0	19,4	0,4	2,7

## SORPTIONSKAPAZITÄT VERSCHIEDENER HUMUSHORIZONTE

Bodenbezeichnung	Horizont	T mval	S mval	V %
Wiese Brandner Mähder	A <sub>h</sub>	34	4	11
	A <sub>h</sub> /B	8	1	12
Düngewiese bei Haggen	A <sub>h</sub>	46	< 1	
Rasen-Mullranker	A <sub>h</sub>	14	5	35
Anmooriger Rasen-Mullranker	A <sub>h</sub>	33	< 1	
	A <sub>h</sub> /B <sub>g</sub>	33	< 1	
Podsoliger brauner Ranker	A <sub>h</sub>	21	5	23
Eisenpodsol Hirschpichl	A <sub>f/h</sub>	40	< 1	
	A <sub>h</sub>	38	< 1	
Quellflur	A <sub>h</sub>	6	< 1	

## N Ä H R S T O F F G E H A L T E I N g I M W U R Z E L H O R I Z O N T

Bodentyp Standort	Wurzel- horizont cm	Nährstoffe im Wurzelhorizont-Quader,				Grundfläche 1m <sup>2</sup>					
		PO <sub>4</sub> Extrakt HCl	NaOH	gesamt	K Extrakt HCl	Ca Extrakt HCl	gesamt	Mn Extrakt HCl	gesamt	N gesamt	
Eisenpodsol Rauhes Tal, WSW	100	28	68	396	42	1556	26	269	0,1	28	1857
Eisenpodsol Brandner Bach, SW	50	14	48	310	10	492	11	304	0,1	76	572
Eisenpodsol Hirschpichl, SW	50	6	45	408	13	1020	8	272	2,4	70	468
Podsolranker Brandner Bach, SE	50	124	72	385	45	1255	20	497	6	101	326
Podsoliger brauner Ranker Bachlehner, SE	50	71	101	237	48	2553	15	414	7	137	478
Podsolrest Brandner Mähder, S	50	75	92	578	74	1638	91	445	3	76	444
brauner Ranker Düngewiese, Haggen	12	26	28	181	34	523	86	244	15	30	394
Rasen-Mullranker Bachlehner, SE	7	7	10	36	6	231	5	55	2	16	50
Anmoor Schwemm-Mulde Bachlehner, S	50	77	81	579	96	2573	137	321	3	116	1074
Quellflur Bachlehner	15	30	25	110	32	695	49	104	3	24	134

sind durchwegs größere Vorräte an Kali und sesquioxidgebundenem Phosphor zu verzeichnen; letzterer ist nur zu einem geringen Teil verfügbar, wie aus den Vergleichen zwischen salzsäure- und laugenlöslichen Phosphaten und Gesamtphosphorgehalt hervorgeht.

Ganz allgemein kann man die Böden des Sonnberges nicht nur morphologisch, sondern auch chemisch-physikalisch als erodierte Podsole mit geringem bis mittlerem Regenerationsgrad bezeichnen, nur ein kleiner Bereich, die Eisenpodsole an den Einhängen des Rauhen Tales, ist als weit vorgeschrittenes Waldregenerationsstadium anzusprechen.

Für die Ertragssteigerung der Wiesen wäre die Bewässerung auf weitere Teile auszudehnen. Düngungen müßten ständig fortgesetzt werden, da die Sorptionskapazität der feinsandreichen sauren Böden sehr gering ist. Das Nährstoffangebot der Ranker und der Podsole kann für Forstpflanzen als ausreichend bezeichnet werden, doch wären durch einige Maßnahmen Zuwachssteigerungen zu erwarten: bei Zerkleinern und Einarbeiten der Humusdecke in die Mineralhorizonte kann man bei den Podsolen mit der Aufschließung der Stickstoffvorräte in den Humushorizonten und der Mobilisierung der Phosphorvorräte in den Mineralhorizonten rechnen. Die Düngung von Fichten und Lärchen hat sich vielfach bewährt und ist auch für den Sonnberg zu empfehlen. Bei der Düngung von Zirben hat man ebenfalls schon viele positive Ergebnisse erzielt, dennoch stehen hier bei diesem Spezialisten des dystrophen Podsolmilieus noch viele Fragen offen; es scheint, daß die allgemeinen ökologischen Bedingungen großen Einfluß auf die Wirkung der Düngung haben.

Der Ertrags- und Zuwachssteigerung durch Düngung dürfte am Oberhang des Sonnberges eine Wärmegrenze gesetzt sein. Die Wiesenpflanzen werden ab 2000 m auffallend kleiner und ab 2200 m ändert sich die Artenzusammensetzung.

### **3. Die Standortserhebungen als Grundlage für Aufforstungen**

#### **3.1 Der Rahmen von Vorschlägen**

Es wird vielfach die Frage aufgeworfen, ob es notwendig sei, für Aufforstungen die oft komplizierten und teuren Verfahren ökologischer Untersuchungen anzuwenden.

Wenn das Ziel der Untersuchungen jeweils auf den Lokalcharakter der Aufforstungsgebiete abgestimmte ökologische Karten sind, dann gewinnt man als erstes und wichtigstes Ergebnis die Feststellung der tatsächlichen Standortverhältnisse. Auch bei exkursorisch gut bekannten Gebieten sind oft die Bodenverhältnisse, die wichtige Aufschlüsse über ökologische Bedingungen geben, nicht genau bekannt. Ein Vorteil ökologischer Karten ist die Erfassbarkeit der günstigen und ungünstigen Standorte und vor allem der oberen Aufforstungsgrenzen.

Weniger für den Forstpraktiker als für den Physiologen, der biologische Maßnahmen für die Aufforstung an schwierigen Standorten erarbeiten soll, ist die Erfassung von Grenzwerten lebenswichtiger oder ungünstiger Faktoren wie Wärme, Feuchte, Wind, Nährstoffverhältnisse notwendig.

Die Ausarbeitung von ökologischen Karten ist deshalb schwierig, weil die Aufforstungsgebiete meist zu weiträumig sind, um in kurzer Zeit die Erfassung der wichtigsten Klimadaten mit genauen Meßinstrumenten zu erlauben. Es wird daher angestrebt, im Sinne FRIEDEL'S (1966) großräumig die relativen ökologischen Unterschiede der Standorte photographisch und kartierend zu erfassen und dann auf dieser Grundlage in ausgewählten kleinen Bereichen absolute Klimadaten zu erarbeiten, die nun noch den langjährigen Mitteln angepaßt werden müssen. Dieses kombinierte Verfahren ist nach Abschluß der instrumentellen Vorarbeiten nicht mehr teuer und sehr rasch.

### 3.2 Vergleich der Standortsuntersuchungen mit bisherigen Aufforstungserfahrungen

Die Erfahrungen mit Aufforstungen am Sonnberg brachten wie auch in anderen inneralpinen Tälern die Erkenntnis, daß Fichtenaufforstungen weitaus am problematischsten sind, obwohl die erhaltenen Wälder von St.Sigmund talaus reine Fichtenwälder sind und der spontane Fichtenjungwuchs dem äußerst spärlichen Lärchen- und Zirbenjungwuchs weit überlegen ist. Bei den Aufforstungen handelt es sich sicher nicht nur um Provenienzprobleme, sondern um Mangelerscheinungen im Jugendalter der Fichte, die auch bei autochthonen Jungwüchsen auftreten, wenngleich man hier nur die vitalen Jungwüchse sieht und der Ausfall meist im Dunkeln bleibt.

Nicht nur am Sonnberg, sondern auch in allen übrigen Aufforstungsgebieten im Bereich subalpiner Heiden werden die Fichten bald nach dem Auspflanzen gelb und kurzadelig und der Haupttrieb bleibt auf Kosten der Nebentriebe zurück. Kann eine gewisse Anpassungszeit – oft zehn Jahre – überwunden werden, dann wächst sich diese „Besenform“ wieder zu einem normalen Bäumchen aus. Der Ausfall bei den Pflanzungen kann aber sehr hoch sein. Zur Erklärung dieser Mangelerscheinungen werden oft die Untersuchungen BAUMEISTER's zitiert (BAUMEISTER 1958), der das Gelben auf Chlorophyllzersetzung bei Strahlungsübergenuß zurückführt, wenn gleichzeitig Nährstoffmangel besonders Stickstoffmangel herrscht. Man kann diese Chlorosen in allen Heidegebieten antreffen, sie befallen Pflanzen, die nicht in die Heidegesellschaft gehören und daher dem besonderen Nährstoffhaushalt nicht angepaßt sind. Man kann diese Anpassungszeit dann mit Düngungen verkürzen; doch in subalpinen Lagen bereitet auch diese Lösung Schwierigkeiten, da die Fichte in Höhenlagen sehr wärmebedürftig ist – auch das Breitenareal ist durch eine Isotherme begrenzt – und dann bei mangelnder Wärme auch reichlich angebotene Nährstoffe nicht mehr aufnehmen kann (LAATSCH 1963). Vielleicht ist es auch möglich, die Anpassung durch Impfung mit passenden Pilzpartnern zu erleichtern, doch bleibt immer zu bedenken, daß Fichten im Podsolbereich an ihrer Arealgrenze sind oder vielmehr schon darüber hinaus und nur durch die Weide- und Mahdnutzung der Heiden ein „Pseudo-Braunerdebereich“ geschaffen wurde, in welchem die gestörten, kolluvialen und braunerdeähnlich gewordenen Podsole den Fichten das Aufkommen gerade noch ermöglichen. Bei der Regeneration der gestörten Podsole wird die Fichte in zunehmendem Maß Fremdkörper, der nicht nur durch die Nährstoffverhältnisse, sondern auch durch das Fehlen geeigneter Rhizobionten, wahrscheinlich nicht nur der Pilze sondern auch bestimmter Bakterien und nicht zuletzt durch das Auftreten verschiedener, auf die Fichte als Antibiotika wirkender Stoffe letzten Endes eliminiert wird.

Es ergibt sich bei der Holzartenwahl für ein bestimmtes Gebiet meist nur die Frage, wo man noch Fichten zusammen mit Zirben und Lärchen setzen kann, wenn man nicht von vornherein auf Fichten verzichtet. Am Sonnberg konnte beobachtet werden, daß die Fichten am besten in den flachen Muldenlagen in Rasenböden oder vergrastten Heiden gedeihen, in welchen sie genügend Feuchte, keine zu extreme Strahlung und ausreichende Nährstoffverhältnisse vorfinden.

Bei allen Aufforstungen, in Haggen wie auch im Paidier Bannwald und bei den Verwehungsbauten oberhalb Paida werden die Relief- und Bodenverhältnisse durch die Farbe und den Habitus der gepflanzten Fichten kontrastreich anschaulich; besonders gut sieht man die lagebedingte Vitalität der Fichten beim Aufsteigen von Paida durch den Wald zum oberen Sonnberg: in den rasigen Muldenlagen sind die gepflanzten Fichten grün und weisen gesunde Benadelung und Wuchsformen auf, in den dichten Calluneten auf exponierten Standorten auf podsoligen Böden sind sie gelb, kurzadelig und von schlechter Wuchsform. In der Haggener Aufforstung erholen sich die von den raschwüchsigen Lärchen jetzt schon beschatteten Fichten sehr gut.

Über die Erfahrung mit verschiedener Pflanzweise – Loch – und Winkelpflanzung – berichtet HENSLER 1970 und im gleichen Band.

Im Gebiet der Verwehungsbauten am Hirschpichl ob Paida wurden 1964 Zirben–Topfpflanzen eingebracht, die in verschiedenen mehr oder weniger humosen Substraten angezogen und mit verschiedenen Düngerkombinationen behandelt wurden (NEUWINGER 1964). Der Ausfall dieser Pflanzung war praktisch gleich Null, nur durch Verbiß infolge eines schadhaften Zaunes fielen im ersten Jahr einige wenige Pflanzen aus. Bei relativ guten Zuwächsen blieb die substrat- und düngungsbedingte Vitalität und der im Topfpflanzenalter erworbene Habitus bis 1970 im wesentlichen erhalten. Auch die gute Wüchsigkeit und die Vitalität der Versuchsreihen mit bestimmten Kupferzusätzen blieb erhalten.

Es scheint also die sorgfältige und auf den künftigen Standort abgestimmte Behandlung der Pflanzen im Jugendalter für die Erfolge der Aufforstung ausschlaggebend zu sein. Wesentlich scheint für Zirben auch die Tatsache zu sein, daß die Wurzeln bei der Topfmethode nicht verletzt werden. Reihenpflanzungen von Lärchen, die 1965 in der Nachbarschaft dieser eben besprochenen Zirben vorgenommen wurden, litten sehr unter Wühlmäusen; sie erholten sich aber kurze Zeit nach Vertilgung der Mäuse. Bei Einzelpflanzungen wurde die vermehrte Wühlmaustätigkeit nicht beobachtet.

### 3.3 Vorschläge auf Grund der Standortskarte

Von AULITZKY wird 1963 vorgeschlagen, die Muldenlagen nicht aufzuforsten, bevor es gelungen ist, durch technische Maßnahmen einen Schneeausgleich herbeizuführen. Nach HENSLER 1970 würde man damit die gefährlichsten Lagen des Sonnbergs – die auf die Ansiedlungen zielenden Lawinenbahnen – von der Sanierung ausschließen. Es wurden daher bei Haggen einige Versuche unternommen, Muldenlagen mit Unterstützung einfacher technischer Maßnahmen zu bepflanzen. Bis jetzt hatten diese Unternehmungen Erfolg.

Die Standortskarte zeigt die gesetzmäßige Aufeinanderfolge von Girlandenböden und Muldenrasen. Es wird daher auf Grund der Karte in erster Linie vorgeschlagen, die lagebedingt günstigen oberen Südwesthänge im Verband mit Verwehungsbauten aufzuforsten; die Bauten sollen für den Frostschutz durch Schneeablagerung garantieren und die Wächten der östlich gelegenen Gräben entlasten. Es sind dies die Gebiete „Kuglebn“, „Mahdleck“ die Hänge im Bereich des oberen Bachlehner, die Firstrinnen, der Südostrand der Brandner Mähder und der Bereich zwischen Möslstadl und Hirschpichl.

Bei einem Ausblick auf künftige Standortkartierungen mit dem Arbeitsziel der ökologischen Karte sollte stets die etwas vage „potentielle Waldgrenze“ lokalisiert und mit ökologischen Daten belegt werden. Die Gebiete unter dieser Grenze, die vermutlich mit einer Isotherme zusammenfällt, sind teilweise äußerst schwierig aufzuforsten. Man kann aber mit Hilfe der ökologischen Karte die Manipulierbarkeit der waldbegrenzenden und fast immer relieforientierten Faktoren erwägen, vor allem die teilweise Ausschaltung des Windinflusses, der mit Feuchte und Wärme verbunden ist. Ferner könnte man erwägen, oft wiederkehrende ökologische Einheiten für Vergleiche mit anderen alpinen und auch außeralpinen Standorten zu „Ökomustern“ zu abstrahieren, um weitere Unterlagen für Aufforstungsmethoden im Grenzwaldbereich zu erhalten.

### Zusammenfassung

Das Obertal in den Sellrainer Bergen, im nördlichen Randgebiet der Ötztaler Alpen, ist außerordentlich waldarm und lawinengefährdet. Besonders der Sonnberg, der Südabfall des Roßkogelmassivs, wurde in seinen drei Partien, dem Kreuzlehner, dem Paider- und dem Haggener Sonnberg nachweislich seit dem Mittelalter, wahrscheinlich aber schon früher als Weide und Mahd genutzt und ist in seinen Oberhängen völlig waldlos und stark verheidet. Die Unterhänge sind im Kreuzlehner Gebiet noch stark, gegen St.Sigmund zu immer schwächer mit schütterten Fichtenbeständen bewachsen. Im Gebiet von Hagen ist der Sonnberg bis ins Tal völlig waldlos.

Die Fichtenbestände sind wahrscheinlich anthropogen, d.h. die wertvolleren Lärchen und Zirben wurden schon früh herausgeschlägert und die Fichten bekamen die Oberhand. Sie stocken auf jungen, von ständigen kleinen Rutschungen gestörten, seichten Böden und sind durch Lawinen und Muren stark gelichtet. Diese Waldarmut der Südhänge ist sicher auf die menschliche Wirtschaft zurückzuführen, denn die Nordhänge sind noch steiler und daher noch mehr durch Lawinen und Muren gefährdet und dennoch weitaus dichter und artenreicher bewaldet.

Erst aus dem 18. Jahrhundert sind Regelungen zur Nutzung und Schonung des Waldes urkundlich bekannt, zu dieser Zeit schon dürfte das Waldbild dem heutigen sehr ähnlich gewesen sein. Muren und Lawinen verhindern heute die natürliche Regeneration der geschwächten Bestände. Die Aufforstungsvorhaben, die besonders nach dem schweren Lawinenwinter 1950/51 aktuell wurden, stießen auf zwei Vorurteile: die Hänge des Sonnberges seien seit jeher waldlos gewesen und Aufforstungen wären wegen der Trockenheit und Hitze der südexponierten Hänge wenn nicht unmöglich, so doch äußerst schwierig.

Diese Vorurteile wurden schon durch die bei Haggen begonnenen und gelungenen Aufforstungen beseitigt, sie wurden durch die vorliegenden Bodenuntersuchungen wesentlich entkräftet. Es lassen sich bis in Höhen von etwa 2100 m, also bis über die Kante der Steilhänge des Sonnberges, Böden nachweisen, deren Humushorizonte durch Brand und Beweidung zwar stark gestört sind, die aber in ihrem Aufbau den Böden von Zirben–Mischwäldern entsprechen; es sind durchwegs ursprüngliche Eisenpodsole, deren Entstehung an den Zirbenwaldgürtel gebunden ist. An den südwest–exponierten Hängen, wo man die stärkste Erhitzung und Austrocknung vermutet, sind diese gestörten Podsole am weitesten regeneriert, die Podsolierung mit Humusanhäufung und Auswaschungsvorgängen ist hier wieder in Gang gesetzt. Ferner ist anzunehmen, daß der vorwiegend aus Südwest kommende Wind genügend Sommerfeuchte für diese Vorgänge bringt und überdies die Erwärmungsspitze wegnimmt. Die südostexponierten Hangteile sind schneereicher, tragen im Frühjahr große Wächten und werden daher bei der Schneeschmelze stark abgetragen, sodaß hier vorwiegend Pionierheiden und Rasen auf Anfangsbodenbildungen zu finden sind.

Vorschläge, die man aus den Standortserhebungen am Sonnberg erarbeiten kann, betreffen hier weniger die Holzartenwahl als die Lokalisierung der Aufforstungen. An den Südwesthängen und den Oberkanten können sie, kombiniert mit technischen Mitteln, den Wind wirksam abbremsen, der die Ursache der Schneeverfrachtung und somit der Lawinen und Bodenerosionen ist. Diese Teile des Gebietes haben die am wenigsten gestörten Waldböden und eignen sich für die frost– und strahlungsunempfindlichen Lärchen und Zirben. Die Südostmulden und –Hänge sind jetzt für die Aufforstungen infolge der Wächtenbildung, des Lawinenabgangs und Schneekriechens sehr problematisch. Können diese Schwierigkeiten aber technisch bewältigt werden, dann sind diese Standorte für alle Holzarten, besonders auch für die feuchte– und nährstoffbedürftige Fichte gut geeignet, die auf den podsoligen Böden der Südwesthänge und auf den Rippen infolge Nährstoffmangels durch die starke Strahlung geschädigt wird.

Die vergleichenden ökologischen Untersuchungen der Standortserhebungen zusammen mit absoluten Klimadaten werden die Grundlage zur Ausarbeitung von „Ökomustern“ bilden, deren Vergleich mit alpinen und außeralpinen Gegebenheiten neue Anregungen zur Aufforstung dieser „Grenzwaldstandorte“ bringen wird.

## Literatur

AMPFERER O.:

Beiträge zur Glazialgeologie des Oberinntales. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt Wien, Jg.65, 1915, S.289–316.

AMPFERER O.:

Nachträge zur Glazialgeologie des Oberinntales. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt Wien, Jg.,85, 1935, S.343–366.

**AULITZKY H.:**

Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zweck der Hochlagenaufforstung II. Grundlagen des vorläufigen Wind-Schnee-Ökogrammes. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, 1963, Heft 60, S.763–834.

**BAUMEISTER W.:**

Die Hauptnährstoffe. Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd.IV: Die mineralische Ernährung der Pflanze. 1958, Verlag Springer, Berlin, S.482–557.

**CERNUSCA G.:**

Kleinklimaerfassung an der Waldgrenze mittels Lochstreifens. Allgem. Forstztg. Wien, 81. Jg., 1970, Folge 12, S.323–324.

**FRIEDEL H.:**

Ökologische Vegetationskunde. Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, 1963, Heft 60, S.13–20.

**FRIEDEL H.:**

Schneedeckenandauer und Vegetationsverteilung im Gelände. Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, 1963, Heft 60, S.317–370.

**FRIEDEL H.:**

Kleinklima-Kartographie. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt. Mariabrunn, 1965, Heft 66, S.13–32.

**GAMS H.:**

Aus der Geschichte der Alpenwälder. Z.d.D.u.Ö.A.V. 1937, 68, S.157–170.

**GASSNER M.:**

Beiträge zur Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte des inneren Sellraintales. Veröff.d.Mus.Ferd. Heft 4, 1925, 79 Seiten.

**HAMMER W.:**

Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Ötztal (5146), Geologische Bundesanstalt Wien, 1929.

**HENSLER W.:**

Bisherige Erfahrungen bei der Aufforstung am Beispiel Haggen. Allgem. Forstztg. Wien 81. Jg., 1970, Folge 12, S.328–330.

**HEUBERGER H.:**

Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen zwischen Sellrain- und Ötztal. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte 1966, Nr.20, 126 S.

HOPF J. und BERNARD J.:

Windbeeinflussende Bauten in der Lawinenverbauung und –vorbeugung. Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen II. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, 1963, Heft 60, S.605–632.

KRONFUSS H.:

Das Kleinklima an einem entwaldeten Südhang im Sellraintal. Allgem.Forstztg. Wien, 81.Jg., 1970, Folge 12, S.324–326.

LADURNER J.:

Die Eiszeitablagerungen des Sellrains (Stubaiyer Alpen). Geologische Dissertation, Innsbruck, 1931, Manuskript.

LADURNER J.:

Die Quartärablagerungen des Sellrain (Stubaiyer Alpen). Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 1932, Heft 82, S.397–427.

LAATSCH W.:

Bodenfruchtbarkeit und Nadelholzanbau. B.L.V. München, 1963, 75 S.

NEUWINGER I.:

Wirkungen von Substrat und Düngung auf das Wachstum von Jungzirben. Forstw. Centralbl. 83.Jg., 1964, Heft 5 und 6, S.129–192, S.173–181.

NEUWINGER I.:

Die Vegetations- und Bodenaufnahme als Beitrag zur Abgrenzung von Standorteinheiten. Beiträge zur subalpinen Waldforschung Mitt.Forstl.Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, 1965, Heft 66, S.129–158.

NEUWINGER I.:

Zum Nährstoffhaushalt in Vegetationseinheiten der subalpinen Entwaldungszone. Ökologie der alpinen Waldgrenze. Mitt.Forstl.Bundesversuchsanstalt Wien, 1967, Heft 75, S.269–304.

NEUWINGER I.:

Böden der subalpinen und alpinen Stufe in den Tiroler Alpen. Mitt.Ostalp.–Din. Ges.f.Vegetkde. 1970, Bd.11, S.135–150.

NIEDERSCHLAGSKARTE von Österreich. Hydrographisches Zentralbüro im BMFLF. Für das Normaljahr 1901–1950. Entwurf: F.Steinhauser, Zentralanstalt f.Met.u.Geoph. Wien, Ausführung u.Druck: Bundesamt Eich- u.Vermessungsw.Wien.

OSWALD H.:

Verteilung und Zuwachs der Zirbe an einem zentralalpiner Standort. Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe. II. Mitt.Forstl.Bundesversuchsanstalt Mariabrunn 1963, Heft 60, S.437–500.

RABENSTEINER G. und TRANQUILLINI W.:

Die Bedeutung von Antitranspirantien und Wurzelfrischhaltemitteln für den An-  
wuchserfolg von Forstpflanzen. Allgem. Forstztg. 81. Jg., 1970, Folge 1  
S.319–320.

ROUSSEAU L.Z.:

De l'influence du type d'humus sur le developpement des plantules de Sapin dans  
les Vosges. Thèse Fac. des Sci. Nancy, 1959.

SCHIECHTL H.M.:

Zur Frage der Wiederaufforstung von Sonnenhängen in den Hochlagen der Innen-  
alpen. Allgem. Forstztg. Wien 81. Jg., 1970, Folge 12, S.312–314.

SCHLICHTING E. und BLUME H.P.:

Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Parey, 1966, 209 Seiten.

v. SENARCLENS–GRANCY W.:

Zur Glazialgeologie des Ötztals und seiner Umgebung. Mitt.d.Geolog.Ges.Wien.  
1958, 49 S.257–314.

STERN R.:

Anlage und Ergebnisse von Versuchspflanzungen in der subalpinen Entwaldungs-  
zone Nordtirols. Mitt.Forstl.Bundesversuchsanstalt Mariabrunn 1964, Heft 66,  
S.215–240.

STERN R.:

Baumsaaten im Gebirge. Allgem. Forstzeitung Wien, 81. Jg., 1970, Folge 12,  
S.315–316.

STOLZ O.:

Sellrain, Landschaft und Geschichte. Ztsch.d.D.u.Ö.A.V., 1939, S.199.

WOPFNER H.:

Das Bergbauernbuch. Verlag Tyrolia, Innsbruck, 1950.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Irmentraud NEUWINGER

Forstliche Bundesversuchsanstalt  
Außenstelle für subalpine Waldforschung

Rennweg 1, Hofburg

A – 6020 I n n s b r u c k