

Protokoll

EU Vegetation des Hochgebirges

Obergurgl

05.-09.07.2021



Leitung:

Pau Carnicero Campmany, PhD

Teilnehmer*innen:

Caterina Röhm
Felix Faltner
Matyas Nekola
Laura Stephan
Markus Finner
Marion Fink
Alexander Huber
Mario Wegher
Alexander Kiessling
Hannes Entner

1. Einleitung

Das Dorf Obergurgl befindet sich auf 1907m ü. NN am Ende des Gurglertals in den Öztaler Alpen und gehört zur Gemeinde Sölden, der flächengrößten Gemeinde Tirols. Geschützt von zahlreichen 3000ern herrscht in Obergurgl ein kontinentales Klima. Mittlere Jahresniederschläge betragen hier etwa 851 mm. Die jährliche Durchschnittstemperatur beträgt 2,8°C, wobei der Juli mit durchschnittlich 11°C der wärmste Monat ist (Abb.1).

Der Großteil der Niederschläge fällt als Schnee, wobei die mittlere Dauer der Schneebedeckung etwa 198 Tage im Jahr beträgt (Amt der Tiroler Landesregierung). Obergurgl ist von zahlreichen Gletschern umgeben, der größte unter ihnen ist der Gurgler Ferner. Aufgrund der hohen Schneesicherheit laden eine Vielzahl von Skigebieten jährlich Touristen aus aller Welt nach Obergurgl und seine Nachbarorte. Um die wertvollen Gebirgslandschaften des hinteren Öztals so gut wie möglich zu erhalten, gilt es als besonders wichtig, diese sensiblen Lebensräume zu erforschen (Abb. 2).

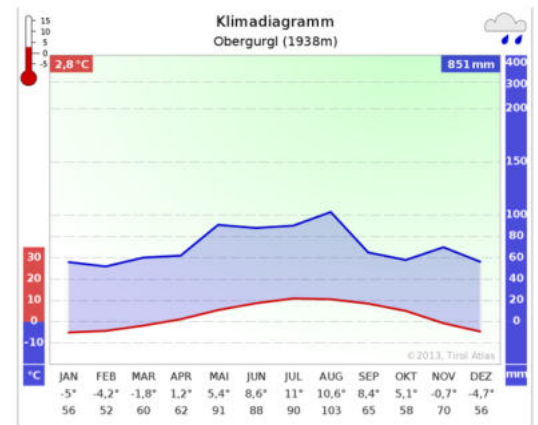


Abbildung 1: Klimadiagramm Obergurgl (tirolatlas.uibk.ac.at)



Abbildung 2: Die BotanikerInnen der Uni Innsbruck am Sattel der Hohen Mut. (Foto: Hannes Entner)

Der seit 2006 offizielle Naturpark Ötztal umfasst 508 km² und ist somit Österreichs drittgrößter Naturpark. Zwei der insgesamt sieben Schutzgebiete des Parks sind in der unmittelbaren Nähe des Forschungszentrums Obergurgl: der Obergurgler Zirbenwald und das Ruhegebiet Ötztaler Alpen. Der Obergurgler Zirbenwald enthält Zirben, die über 300

Jahre alt sind und deckt eine Fläche von ungefähr 20 Hektar ab. Das Ruhegebiet Ötztaler Alpen hat eine Größe von rund 400 km² und zählt seit 1995 als Natura 2000-Gebiet. Es ist geprägt von permanenten Gletschern wie dem Gurgler Ferner, dem Rotmoosferner und dem Gepatschferner und deckt Gebiete von der oberen montanen bis zur nivalen Stufe ab.

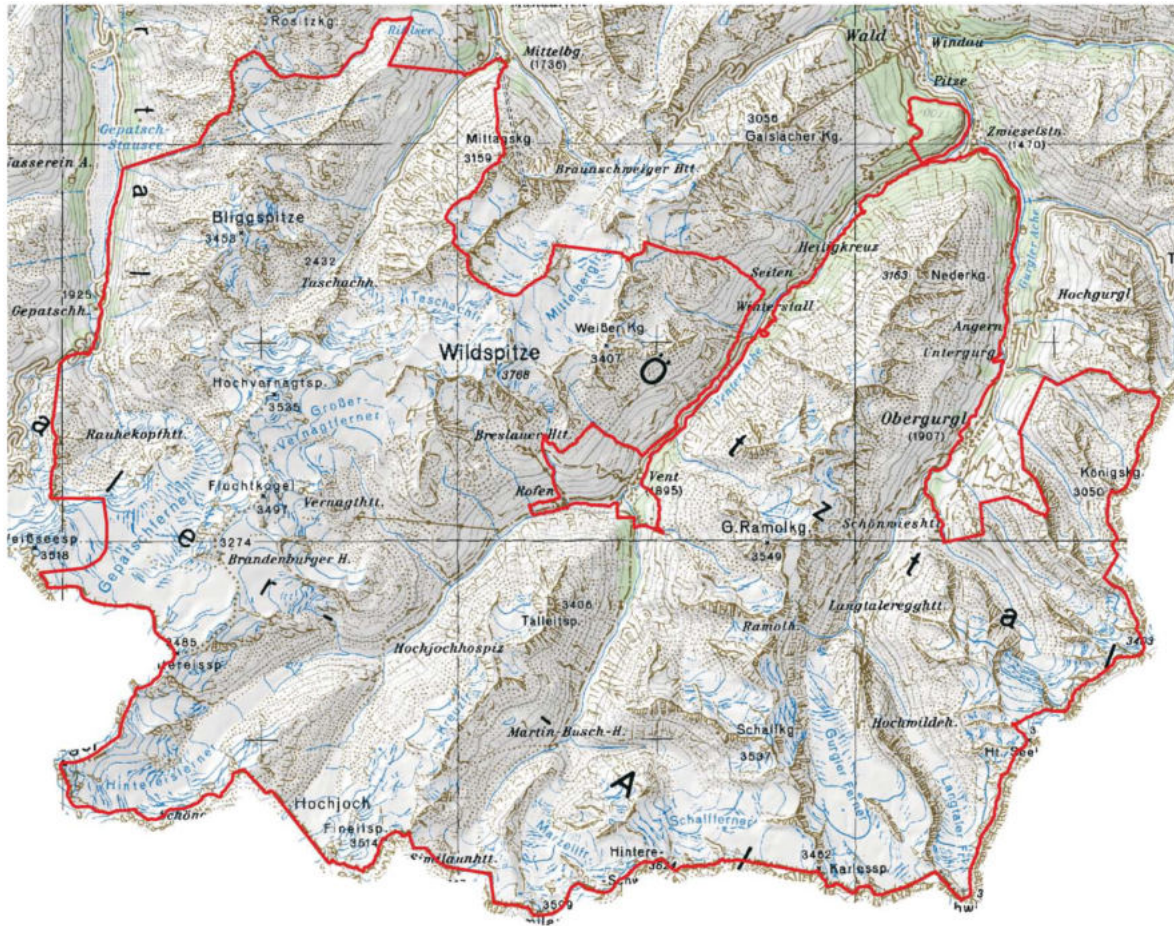


Abbildung 3: Karte des Ruhegebietes Ötztaler alpen (aus https://www.naturpark-oetztal.at/fileadmin/userdaten/PDF_Logo/Pflanzen_Tiere_Lebensr%C3%A4ume/Oetztaler_Alpen_72dpi_.pdf)

Die alpine Forschungsstelle Obergurgl wurde 1951 von Prof. Dr. Wolfgang Burger gegründet und hat heute 10 Long-Term Ecosystem Research Monitoring-Flächen.

Literatur:

<https://tirolatlas.uibk.ac.at/graphics/lieth/diag.py/chart?id=1371127;lang=de>

Amt der Tiroler Landesregierung (Hrsg.): Statistisches Handbuch Bundesland Tirol 2009

<https://www.naturpark-oetztal.at/der-naturpark/>

<https://www.uibk.ac.at/afo/geschichte/>

<https://www.uibk.ac.at/afo/forschung-lehre/>

Microclimate (Matyas Nekola)

Relief in the mountains is greatly diverse. It offers various slope steepness, exposition and openness. That influences incoming solar radiation which strongly affects temperature. In the opposite direction can work airflow, which by convective heat loss can significantly reduce temperature.

Combination of these factors at local sites make a variety of specific microclimatic conditions which can change within a few meters. Some of these microclimatic conditions can be quite unique for the given elevational level. Therefore these unique conditions can enable plants species and communities to grow outside their expected altitudinal boundaries.

One of the most important factors determining species occurrence in the mountains is the temperature. Commonly known dogma postulates that the temperature decreases with the rising elevation. It is approximately $0,4^{\circ}$ for every 100 meters, but it depends on local conditions and can also be reversed.

But even if the air temperature is low thanks to the high elevation it does not mean that plants are restricted. Solar radiation can warm up the ground and the low plant canopy, and the temperature that is accumulated there can be much higher than the air temperature. This effect also contributes to the fact that irradiation is stronger at high altitudes. The degree to which the plant canopy and ground is warmed as well depends highly on the weather. This effect is the strongest during sunny days, but also during some cloudy days the effect is not negligible.

As is seeable on figure 1. the slope orientation also influences the temperature. The figure shows the temperature of soil (in depth 1 and 15cm) in Norway mountains. It is easy to notice that the south slope heats up more than the nord face.

Explanation can be quite easy, the south slope experiences longer sunrays and the angle of the sun rays is closer to the right angle.

Against it works the convective and radiative cooling. Convective cooling by the wind can significantly cool down the plant canopy. And radiative cooling, strongest during the clear nights, can cool down the soil and low plant canopy even lower than is the air temperature.

Temperature plants experience is also stature dependent. Taller plants experience lower temperatures than lower plants. Similarly works also canopy density. Denser canopy holds warmer temperatures than the less dense canopy.

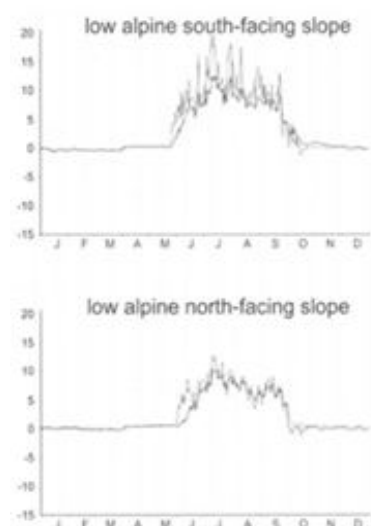


Figure 1. Shows mean daily soil temperatures in 1 cm and 15 cm depth (Wundram, Dirk, et al. 2010).

Wuchsformen und Strategietypen der subalpinen und alpinen Stufe (Laura Stephan)

Oberhalb der Waldgrenze kommen von den ca. 3000 Gefäßpflanzen der Alpen nur mehr etwa 200-400 Arten vor. Die harschen Bedingungen der oberen Höhenlagen erfordern spezielle Anpassungsformen und Überlebensstrategien (Mertz 1960):

Frühblüher: Während der kurzen Vegetationsperiode im Gebirge darf kein Tag verloren gehen. Einige Gebirgspflanzen legen ihre Knospen bereits im Herbst an, sodass sie im Frühjahr zeitig austreiben können. So können z.B. Individuen der frühblühenden *Soldanella pusilla* bereits durch die Restschneedecke hindurch wachsen (Abb. 1).



Abbildung 1: *Soldanella pusilla* nutzt jeden Tag.
(Foto: Hannes Entner)

Wurzelsystem: Gebirgspflanzen können ein bis zu fünfmal längeres Feinwurzelsystem aufweisen als Talpflanzen. Durch die kalten Bodentemperaturen oberer Höhenlagen gestaltet sich die Aufnahme der ohnehin nur spärlich vorhandenen Nährstoffe als besonders schwierig. Ein größeres Wurzelsystem kann die Aufnahmekapazität deutlich erhöhen.

Ausbreitungsmechanismen: Durch den Mangel an bestäubenden Insekten setzen einige Arten im Hochgebirge auf eine vegetative Vermehrung. *Polygonum viviparum* und *Poa alpina* bilden etwa Brutknospen (=Bulbillen), welche sich bereits auf der Mutterpflanze voll ausbilden. Viele Gräser wie z.B. *Sesleria cearulea* vermehren sich durch Ausläuferbildung mit anschließendem Zerfall in Tochtertriebe. Die häufigste Art der geschlechtlichen Fortpflanzung in höheren Lagen ist die Fremdbestäubung durch Wind (=Anemochorie).

Zwergwuchs: Hohe Strahlung und eine kurze Produktionszeit verlangsamen das Wachstum von Gebirgspflanzen. Durch Zwergwuchs kann die Erdwärme besser ausgenutzt und Schutz vor Wind und Schneeschliff gewährleistet werden. Zudem sind kleinwüchsige mehrjährige Pflanzen durch eine längere Schneebedeckung besser isoliert (z.B. *Salix reticulata*).

Behaarung: Viele Pflanzen der subalpinen und alpinen Stufe weisen eine deutliche Behaarung auf. Diese bietet Schutz vor intensiver UV-Strahlung, großen Temperaturschwankungen sowie der verstärkten windbedingten Verdunstung (z.B. *Hieracium pilosella*).

Sukkulenz: Im Hochgebirge haben Pflanzen mit häufigeren Niederschlagsextremen zu kämpfen. Eine Strategie zur Überdauerung von Stress ist die Einlagerung von Wasser und Nährstoffen in Form von Sukkulenz. Arten wie z.B. *Sedum alpestre*, *Sempervivum montanum* oder *Primula auricula* können Wasser von Niederschlagsmaxima in ihren Blättern speichern und dadurch Trockenzeiten besser überstehen (Mertz 1960; Reisigl & Keller 1994).

Drei **Hauptwuchsformen** haben sich in oberen Höhenlagen besonders bewährt: Diese können durch ihren Habitus ein eigenes, begünstigendes Mikroklima bilden und sich vom harschen Makroklima entkoppeln. So können im Inneren einer Polsterpflanze bis nahezu doppelt so hohe Temperaturen vorherrschen wie in der umgebenden Luft (Erschbamer 2013).

Polsterwuchs: Durch regelmäßiges Wachstum und gleichmäßige Verzweigungen bilden sich bodennahe Pflanzenpolster. Eine lange Hauptwurzel bildet die Verankerung im Boden (Abb. 2). Polsterförmige Wuchsformen bieten einen guten Wärme- und Wasserspeicher und wirken zudem als Streufallen für Nährstoffe. Durch die zunehmende Bodendeckung des Polsters wird die Humusbildung und Besiedlung durch andere Organismen gefördert. Alte Blätter werden im Inneren des Polsters zersetzt, so geht kaum Energie verloren. Zu den polsterbildenden Arten gehören z.B. *Androsace alpina* und *Silene acaulis*.

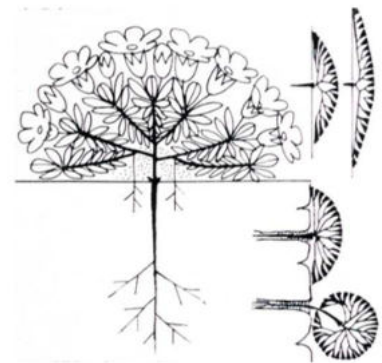


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Polsterwuchs (Reisigl & Keller 1994)

Rosettenwuchs: Durch einen langsam wachsenden Haupttrieb bleiben die Abstände zwischen den Internodien der Pflanze sehr kurz. Es bilden sich gestauchte, dichte Blattspiralen (Abb. 3). Häufige Vertreter dieser Wuchsform sind z.B. *Sempervivum montanum*, *Saxifraga paniculata* oder *Sedum montanum*. Aufgrund des gestauchten Wachstums entsteht innerhalb der Rosette ein begünstigendes Mikroklima. Zudem können Rosettenpflanzen die Erdwärme besser ausnutzen und sind stabiler gegenüber Starkwind und Schneeschliff.



Abbildung 3: Schematische Darstellung von Rosettenpflanzen (Reisigl & Keller 1994)

Horstbildner: Durch zahlreiche, sich verzweigende Seitentriebe bildet sich ein dichter Pflanzenstock aus - der Horst (Abb. 4). Diese Wuchsform kann von Art zu Art unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Als „echte Horstbildner“ werden z.B. *Carex sempervirens* oder *Nardus stricta* genannt. Lockere Horste bilden Arten wie z.B. *Sesleria caerulea*. Arten mit dichten und lockeren Horsten können sich auch überlagern. So entstehen Zwischenräume innerhalb des Bestandes, welche wiederum ein eigenes Mikroklima bieten und von anderen Arten durchwachsen werden können. Zur Wärmespeicherung bleiben dem Horst zudem abgestorbene Triebe oft weit über die Seneszenz erhalten und es bildet sich eine charakteristische „Strohtunika“ aus (z.B. bei *Carex curvula*, *Carex sempervirens*) (Reisigl & Keller 1994).

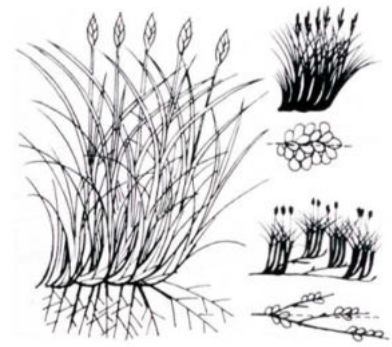


Abbildung 4: Schematische Darstellung von Horstbildnern (Reisigl & Keller 1994)

Literatur:

Erschbamer, B. 2013. Mikroklima und Biotemperaturen auf der 1971er Moräne des Rotmoosferner-Gletschervorfeldes (Obergurgl, Ötztal). Kapitel 8. In: Klima, Wetter, Gletscher im Wandel - Serie: Publikationen Alpine Forschungsstelle Obergurgl.

Mertz, P. 1960. Alpenpflanzen in Ihren Lebensräumen : Ein Bestimmungsbuch. 2., Korrigierte Auflage. ed. 2017. Bern.

Reisigl, H.; Keller R. 1994. Alpenpflanzen Im Lebensraum : Alpine Rasen, Schutt- Und Felsvegetation ; Vegetationsökologische Informationen Für Studien, Exkursionen Und Wanderungen. 2., Bearb. Auflage; Gustav Fischer Verlag Stuttgart - Jena - New York.

Auswirkungen des Klimawandels und Verschiebung der Verbreitungsgrenzen von Pflanzen und Pflanzengesellschaften (Mario Wegher)

Die für die Pflanzen relevantesten Ökophysiologischen Veränderungen durch den Klimawandel sind vor allem höhere Temperaturen und die veränderte Verteilung der Niederschläge. Was die Verbreitungsgebiete anbelangt, gibt es vor allem polwärtige Vegetationsverschiebungen und Verschiebungen in die Höhenstufen der Gebirge, wobei die Verbreitungsgrenze von alpinen Pflanzenarten knapp unter einem halben Meter pro Jahr angesetzt wird.

Da die steigenden Temperaturen unter anderem auch mit höheren Trockenstress verbunden sind, haben wärmeliebende Spezies durch den Selektionsdruck einen Vorteil gegenüber

weniger wärmebedürftigen Arten, was zu einem lokalen Aussterben derjenigen Arten führt, die den neuen Bedingungen nicht gewachsen sind. Besonders trockenstressgefährdet ist die Fichte (*Picea abies*). Das wärmere Klima steigert nicht nur die Konkurrenzfähigkeit der wärmeliebenden Spezies, sondern favorisiert auch die Verbreitung von invasiven Spezies aus Gebieten mit höheren Temperaturen.

Jede Spezies reagiert unterschiedlich auf Veränderungen verschiedener Umweltfaktoren und dadurch sind die Veränderungen der Vegetation durch den Klimawandels beeinflusst von den einzelnen Reaktionen der Spezies und deren Beziehungen innerhalb der Ökosysteme, weshalb eine Vorhersage über zukünftige Veränderungen weit über die Summe der Reaktionen der einzelnen Spezies hinausgehen.

Einfluss des Menschen auf den Lebensraum Hochgebirge

(Markus Finner)

Neben den Kräften der Natur ist auch der Mensch maßgeblich an der Landschaftsformung im Hochgebirge beteiligt. Solche künstlichen Formen dienen der Siedlung (Entsumpfung, Urbarmachung von Talböden, Rodung von Wäldern zur Schaffung von Almen...), der Wirtschaft, dem Verkehr, dem Schutz vor Naturgewalten und militärischen Zwecken (Bombentrichter, Stollen, Schützengräben etc, z.B: Gebirgskrieg 1915-17 in den Dolomiten). Ebenso zählen auch Anlagen prähistorischer Gräber und Kultstätten zu den anthropogen geschaffenen Landschaftsformen. Wo ist der Übergang zwischen Landschaftsformung und Bedrohung bzw. Zerstörung? Welche zerstörenden Maßnahmen sind (aus menschlicher Sicht) unabdingbar?

Bedrohung Klimaerwärmung

Seit Beginn der Industrialisierung und Beginn des modernen Lebensstils hat der ökologische Fußabdruck des Menschen in den meisten Hochgebirgsregionen erheblich zugenommen: Intensivierung von Wald-, Land- und Forstwirtschaft, Bergbau und Tourismus ist oft deutlich sichtbar. Durch die globale Erwärmung nimmt der Einfluss des Menschen auf die Natur ein nie gekanntes Ausmaß an, die sich besonders im Hochgebirge durch schmelzende Permafrostböden und vermehrtes Extremwetter mit nachfolgenden Erdbeben, Felsstürzen, Murgängen, Lawinen, Überschwemmungen und Gletscherschwund äußert. Das Hochgebirge reagiert schneller und stärker auf globale Erwärmung als viele andere Regionen.

Ebenso folgenreich ist die vertikale Verschiebung der Vegetationen, durch einen Anstieg der Artengrenze in der Höhe mit zunehmender Erwärmung, Verdrängung schwächerer Arten, Verschwinden von Lebensräumen für stark spezialisierte Arten durch Veränderung der Lebensbedingungen (früheres Abschmelzen des Schnees, Trockenheit...) und Verdrängung in höhere Lagen mit unpassenden Standorten. Einige Arten können nicht unbegrenzt in die Höhe ausweichen, da die Gipfel nicht hoch genug sind und sich ihnen für ein Umsiedeln Hindernisse wie Täler in den Weg stellen. Problematisch ist dies vor allem für Hochgebirgsarten, da auf diese der Konkurrenzdruck am stärksten ist, während Tieflandarten eher mit dem Konkurrenzdruck umgehen können und die Gebirgsarten verdrängen. Verbreitung neuer, ggf. invasiver Arten durch wärmere Jahresmittel. In tieferen Lagen findet dies jedoch aufgrund der Lebenszeit der Baum- und Waldvegetation nur mit großer Phasenverschiebung (über mehrere Jahrzehnte) statt. Im alpinen Raum sind hier sehr schnelle Anpassungen möglich. Besonders trockene Grenzstandorte in ariden Gebirgen sind besonders von einer Erwärmung gefährdet. Durch einen Temperaturanstieg von 2°C in den Alpen können die Vegetationszonen um bis zu 200 m ansteigen. Diese Auswirkungen treffen auch Gebirge in Wildnisregionen, die sonst noch weitgehend ungestört geblieben sind. (siehe Beitrag Mario Wegher)

Wälder werden durch zunehmende Trockenheit und vermehrte Hitzeperioden geschwächt und sind so leichter anfällig gegenüber Pathogenen wie Borkenkäfern. Nicht nur Kahlschläge und illegaler Holzeinschlag, sondern auch schlecht bestockte Bestände, Bodenverdichtungen durch Viehtritt und nicht mehr gepflegte Almen erhöhen das Lawinen- und Wildbachrisiko und machen erhebliche Baumaßnahmen zum Schutz menschlicher Siedlungen und damit Eingriffe in das Ökosystem Hochgebirge notwendig

Bedrohung Tourismus

Durch den Bau neuer Straßen und die Zunahme des Verkehrs werden Eingriffe auch in den Lebensraum Hochgebirge vorgenommen. Diese zeigen sich durch Verminderung von Anbauflächen, zunehmende Belastung der Landschaft mit Lärm-, Luft- und Wasserverschmutzung, höheres Verschmutzungsrisiko und Trinkwasser, Gefahren für das Wild, das neue Lebensräume aufsuchen muss und die Zerschneidung von Lebensräumen, dem Eintrag von Schwermetallen und Schadstoffen in Wiesen und Ackerflächen. Entlang der Haupttransitrouten, in engen Tälern und in der Nähe von Tunnelausgängen ist die Lärm-, Abgas- und Schadstoffbelastung besonders hoch.

Einen besonderen Zwiespalt zwischen Bedrohung des Ökosystems Hochgebirge und Schaffung eines Auskommens für die Bevölkerung stellt der Wintertourismus dar. Kritisch

hervorzuheben sind die hierfür nötigen Maßnahmen wie der Bau von großen Parkplätzen, die Erschließung vieler Täler durch Straßen und Liftanlagen, eine erhöhte Erosionsgefahr durch Kahlschläge für Pisten oder die Störung der Winterruhe (z.B. Auerwild) durch Tourengänger. Mit zunehmender Klimaerwärmung steigt der Bedarf an künstlicher Beschneigung und den damit einhergehenden Folgen: Ausbau von Seen oder Quellen als Speicherbecken, teilweise die zusätzliche, übermäßige Entnahme von Wasser aus Bächen und natürlichen Seen und dadurch Störung des natürlichen Wasserkreislaufs; große Erdbewegungen und Aushübe für den Bau der Anlagen, Wege, und ‚Pistenkorrektur‘ zum Einsparen von Kunstschnee. Durch die Bodenverdichtung durch Pistenraupen wird die Versickerung, vor allem bei Starkregenereignissen, verschlechtert, wodurch die Gefahr von Rinnenerosion steigt. Schmelzwasser von Kunstschnee ist oft Keim- und Schadstoffbelastet und erschwert die Trinkwassergewinnung. Außerdem wird in Bereichen mit stark verdichtetem Pistenschnee die Vegetationsperiode durch verspätetes Abschmelzen verkürzt.

Literatur:

Bizjak, J. Symposium zum Artenschutz im Alpenraum 1989

de Jong, C. Umweltauswirkungen der Kunstschneeproduktion in den Skigebieten der Alpen; Geographische Rundschau 6-2020

Hampel, R. Wildbach und Lawinenverbauung und Naturschutz, Verein zum Schutz der Bergwelt

Losapio, G., Cerabolini, B., Maffioletti C., Duccio Tampucci, D., The Consequences of Glacier Retreat Are Uneven Between Plant Species; Frontiers in Ecology and Evolution, 29 January 2021

2. Tagesberichte

Tag 1 - Montag 05.07. 2021 (Laura und Mario)

Unsere Exkursion startete um 10:50 beim Universitätszentrum Obergurgl. Wir wanderten am Gaisbergweg taleinwärts und hielten für den ersten Stopp auf einer nährstoffreichen Weidefläche, wo wir die wichtigsten Weidezeiger besprachen. Weiter ging es bis zur Steinmannbahn. Hier beginnt der Obergurgler Zirbenweg, auf dem wir den restlichen Tag verbrachten. Erst hörten wir einen Kurzvortrag von Marion Fink über subalpine Waldgesellschaften (vor allem Lärchen-Zirbenwald) und wir sprachen über Zirbenwälder generell sowie erste Arten im Waldunterwuchs (Stopp Nr. 2). Wir spazierten weiter und machten einen dritten Stopp, um uns die Arten der Waldsäume und -lichtungen anzusehen. Stopp Nummer vier war bei einem Bodenprofil. Dann gingen wir ein Stück weiter und machten eine Mittagspause (Stopp Nr. 5) bevor wir Arten des Übergangs Waldrand/Niedermoor wiederholten sowie einige Arten von alpinen Rasengesellschaften kennenlernten. Dann hörten wir einen Vortrag von Felix Faltner über Moore der subalpinen und alpinen Stufe (Niedermoor, Hochmoor) und besprachen die wichtigsten Charakteristika und Arten solcher Standorte (Stopp Nr. 6). An einem guten Aussichtspunkt blieben wir für den Vortrag über die Waldgrenze von Hannes Entner für den siebten Stopp stehen und sprachen über die menschliche Nutzung der Zirbe sowie den Zustand des Waldes. Wir spazierten noch eine kleine Runde oberhalb des Hochmoores und legten dann am Weg zurück den letzten Stopp mitten im Zirbenwald ein, wo wir in Kleingruppen Vegetationsaufnahmen durchführten.



Abbildung 1.1: Exkursionsroute (rote Linie) vom 05.07.2021. Stops sind in gelb markiert. (Quelle: OpenStreetMap)

1. Fettwiese (beweidete Skipiste)

Der erste Stopp war eine Wiese am Wegrand. Diese Wiesen zwischen der oberen montanen und der alpinen Stufe sind sehr nährstoffreich (Fettwiesen), wie man es an Zeigerarten wie beispielsweise *Rumex acetosa* (Sauerampfer) erkennen kann. Des Weiteren ist *Rumex acetosa* ein Indikator dafür, dass mit Mist anstatt Gülle gedüngt wird. Eine zusätzliche Art, die ins Auge fällt, ist *Alopecurus pratensis* (Wiesen-Fuchsschwanz auf Deutsch). Dieses Süßgras ist nicht nur ein Fettwiesenindikator, sondern auch typischer Bestandteil von Saatmischungen für Futterpflanzen, was auf eine Einsaat hindeutet.

Art	Familie	Merkmal
<i>Alopecurus pratensis</i>	Poaceae	Ährchen eiförmig-spitz zulaufend
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	gerillte Blätter (gegen Licht betrachten!)
<i>Rumex acetosa</i>	Polygonaceae	
<i>Rumex alpinus</i>	Polygonaceae	Großer Rumex

2. Obergurgler Zirbenwald

Der Obergurgler Zirbenwald befindet sich an den Nordhängen des Schönwieskopfes auf einer Höhe von 1950-2100 m ü. NN. Dieser erstreckt sich über eine Fläche von 20 Hektar und steht durch seine Einzigartigkeit seit 1963 als Naturdenkmal unter Schutz. (<https://www.obergurgl.com/de/sommer/wandern-bergsteigen/wanderrouen-touren/unsere-wanderhighlights/zirbenweg-obergurgl.html>) Die Zirbe (*Pinus cembra*) ist mit den Nadeln, die in 5-er Gruppen stehen, unverkennbar. Sie ist geprägt von einem sehr langsamen Wachstum: die ersten Samen werden erst 60 Jahre nach der Keimung gebildet. Eine weitere am Standort häufig gefundene Art ist *Rhododendron ferrugineum*. Dieses immergrüne Heidekrautgewächs, das auf Deutsch als Rostblättrige Alpenrose bekannt ist, ist ein Indikator für eine höhere, sowie längere Schneebedeckung, da sie diese im Winter als Verdunstungsschutz und zur thermischen Isolierung braucht. Zudem weist sie auf einen potenziellen Waldstandort auf Silikat hin, wo die Waldersatzgesellschaften häufig von Ericaceen (Heidekrautgewächse) gebildet werden.

Subalpine Waldgesellschaften mit thematischem Schwerpunkt auf Lärchen- und Zirbenwald (von Marion Fink)

Die Waldgesellschaften der europäischen Alpen lassen sich aufgrund von Höhenlage und topographischen Parametern (N- oder S-Lage entlang des Alpenbogens, Exposition, Hangneigung) und der sich daraus ergebenden klimatischen Tönung, die unter dem Einfluss des Massenerhebungseffekt steht, in unterschiedliche Waldgesellschaften einteilen.

Im vorliegenden Protokoll wird der Fokus auf Waldgesellschaften der subalpinen Stufe mit dem Fokus auf subalpine Lärchen-Zirbenwälder gelegt.

Der subalpine Fichtenwald reicht in den Randalpen und an klimabegünstigten Standorten der Innenalpen bis zu einer Höhe von 1900 m. Mit zunehmender Meereshöhe wird die Fichte durch frostresistente Baumarten wie *Larix decidua* (Lärche) und *Pinus cembra* (Zirbe) abgelöst, welche vor allem in der oberen subalpinen Stufe der Zwischen- und Innenalpen ausgedehnte Bestände bilden. Beide Arten erreichen ihr wachstumsspezifisches Optimum in der subalpinen Stufe der Zwischen- und Innenalpen und bilden in der oberen subalpinen Region der Ostalpen über Silikatgestein als *Larici-Cembretum* Mayer (1974) und über Karbonatgestein als *Larici-Cembretum rhododendretosum hirsuti* Mayer (1974) die Waldgrenze aus (Abb. 1).

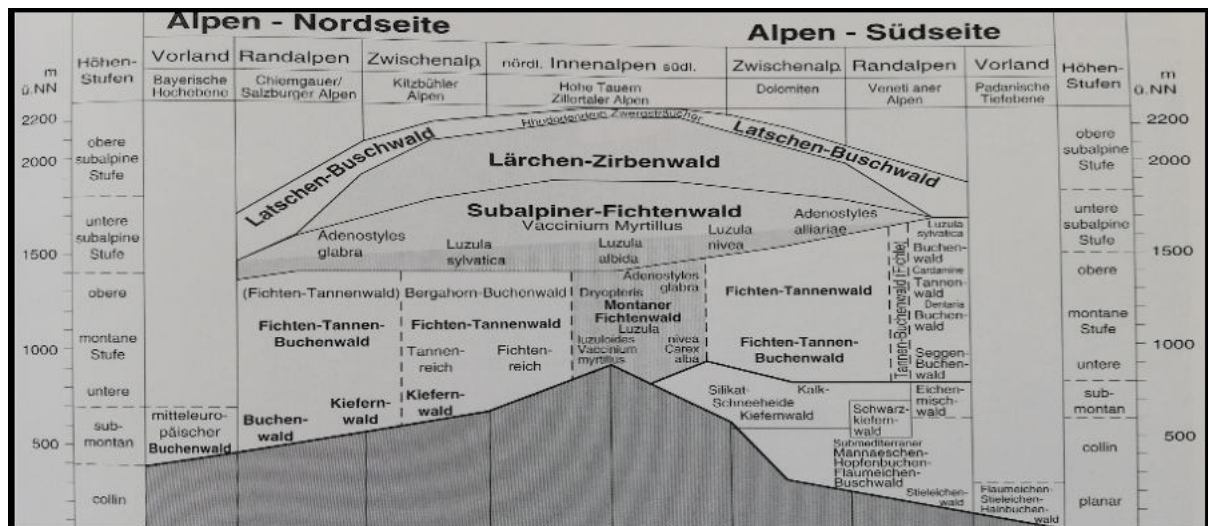


Abb. 1.2: Vereinfachte Abbildung der montanen und subalpinen Waldgesellschaften der Ostalpen in Anlehnung an Mayer (1984). In den europäischen Alpen wird die Waldgesellschaft der montanen Stufe anteilmäßig von *Picea abies* (Fichte) dominiert. Zu den Begleitarten jener Höhenregion zählen im Wesentlichen Tanne und Buche. In der montanen Stufe zu beiden Seiten der Alpen sind damit Fichten-Tannen-Buchenwälder die vorherrschenden natürlichen Waldgesellschaften, die mit zunehmender Höhenlage und entsprechend klimatischer Eigenschaften der unteren subalpinen Stufe allmählich in Fichtenwälder mit *Vaccinium myrtillus* im Unterwuchs übergehen. Die Krautschicht dieser Pflanzengesellschaft wird auf der Alpen-Nordseite mit *Adenostyles glabra*, *Luzula sylvatica* und *Luzula albida* bereichert, wohingegen die ozeanische Klimatönung an der Alpensüdseite die Verbreitung von *Adenostyles alliariae* und *Luzula nivea* zulässt. In der subalpinen Stufe der Zwischenalpen (Kitzbühler Alpen im Norden und Dolomiten im Süden) und der Innenalpen (Hohe Tauern, Zillertaler Alpen) bilden Lärchen-Zirbenwälder die bestimmende Waldgesellschaft. Für die nördlichen und südlichen Randalpen (N Chiemgauer- und Salzburger Alpen, S Venetianer Alpen) hingegen spielen diese eine untergeordnete Bedeutung. Hier geht der subalpine Fichtenwald aufgrund der ozeanisch geprägten Klimatönung meist direkt in Latschen-Buschwälder über.

Erscheinungsbild und Ökologie des *Larici-Cembretum* Mayer (1974)

Lärchen-Zirbenwälder sind lichtliebende Wälder, die ihr Optimum in den kristallinen Innenalpen mit kontinental geprägtem Klima, hoher Sonneneinstrahlung und geringer Luftfeuchtigkeit finden. Der Deckungsgrad eines Lärchen-Arvenwaldes beträgt zwischen 20 und 60 Prozent (Delarze et al. 2015). Aufgrund der ausgesprochenen Kälteresistenz von *Pinus cembra*, reicht deren Verbreitung bis in die Krummholzzone, wo sie meist reine Bestände ausbildet.

Der Einfluss des Menschen auf das *Larici-Cembretum* Mayer (1974)

Zirbenwälder bilden meist lichte Waldgesellschaften (Abb. 2) und fügen sich einer Vielzahl natürlicher Lebensräume wie Hochstaudenfluren und Blockschutthalden, sowie anthropogen geprägter Weideflächen mosaikartig ein. Durch Weide- und Holzwirtschaft wurde an potentiellen *Pinus cembra* Standorten seit jeher das Aufkommen der Lärche gefördert, deren Sprossachsen und Laub als Viehfutter geschätzt wurde. Darüber hinaus erfüllen

Lärchen-Zirbenwälder eine wichtige Schutzfunktion vor Lawinen und Murgängen und liefern wertvolle Rohstoffe in Form begehrter Bau- und Schreinerhölzer.



Abb. 1.3: **Zirbenwälder unter dem Langkofel in den Südtiroler Dolomiten.** Sie werden seit Generationen durch den Menschen als Hutweiden und Mähwiesen genutzt und bilden Schutz vor Lawinen und Muren. Die Verbreitung von *Pinus cembra* reicht aufgrund ihrer Frostresistenz bis weit in die Krummholzzone vor, wo sich meist reine Zirbenbestände in lockerem Verbund ausbilden (Foto: Marion Fink)

Artspezifische Wachstumsstrategien und Diasporenausbreitung bei Lärche und Zirbe

Als Überlebensstrategie während der kalten Jahreszeit ist *Larix decidua* unter den heimischen Nadelbaumarten die Einzige, die ihre Assimilationsorgane bereits im Frühherbst abwirft und Stärke, sowie Speicherstoffe in ihren Knospen anlegt. Diese Abläufe unterliegen einem endogenen und standortspezifischen Rhythmus (Kalela 1937), der auch dann beibehalten wird, wenn ein Individuum der subalpinen Sippe ins Tiefland verpflanzt wird (d. h. früherer Nadelfall im Herbst und späterer Knospenaustrieb im Frühjahr). Die im Gegensatz dazu immergrüne *Pinus cembra* verfügt über wintergrüne, frostharte Nadeln (Larcher 1963). Das Ausmaß der Frosthärte ist abhängig von der Tageslänge. Sie schwankt dementsprechend im Jahreslauf und wird einige Wochen vor Auftreten der ersten Herbstfröste erhöht und im Februar unabhängig von punktuell vorherrschenden klimatischen Bedingungen und auch ungeachtet deren Lage am Baum (so auch für schneebedeckte Pflanzenteile) reduziert (Pisek 1950). Die Frosthärte wird durch die Viskosität des Zellplasmas bedingt, welches bei *Pinus cembra* im Hochwinter am höchsten ist. Die hohe zytoplasmatische Viskosität während des Hochwinters hat zur Folge, dass der volumenspezifische Wassergehalt während dieses Zeitraums an das pflanzenphysiologische Minimum gedrängt wird. Durch diesen Prozess wird gewährleistet, dass das Zellinnere nie vollends durchfriert (Tranquillini 1958). Sowohl *Larix decidua*, als auch *Pinus cembra* haben keinerlei Ansprüche auf den pH-Wert des Bodens und kommen sowohl über silikatbetontem Untergrund, als auch über Karbonatboden vor. Die Verbreitungsmechanismen der beiden Arten unterscheiden sich grundlegend voneinander. Während die leichten Samen von *Larix decidua* (3–6 g) meist durch Wind verbracht werden und bevorzugt Pionierstandorte über

Rohböden besiedeln (Auer 1947), werden die weitaus schwereren Diasporen der Zirbe (250–270 g) zoochor verbreitet (Tannenhäher, Eichhörnchen, Spechte, Kreuzschnabel u. a. Vögel). Darüber hinaus sind Unterschiede hinsichtlich der Keimlingsentwicklung bekannt. Die Keimlingswurzeln von *Larix decidua* sind im Gegensatz zu denen von *Pinus cembra* nicht austrocknungsresistent und müssen daher stets mit dem mineralischen Untergrund in Verbindung stehen, was die Favorisierung von Pionierstandorten bei *Larix decidua* erklärt. Humus- und Moosabdeckung behindert demnach die Entwicklungsfähigkeit von Lärchen-Keimlingen.

Pflanzensoziologische Klassifikation des *Larici-Cembretum* Mayer (1974)

Einzige Charakterart des *Larici-Cembretum* Mayer (1974) ist *Pinus cembra* (Delarze et al. 2015). Die Physiognomie des Lebensraumes wird durch folgende dominante Arten geprägt: *Larix decidua*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium gaultherioides*, *Vaccinium myrtillus*. Häufige, in diesem Gesellschaftsverbund, vorkommende Arten sind: *Arctostaphylos uva-ursi*, *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Clematis alpina* (Abb. 3), *Homogyne alpina*, *Juniperus communis* ssp. *nana*, *Linnaea borealis*, *Luzula sieberi*, *Lonicera caerulea* (Abb. 4), *Lycopodium annotinum*, *Melampyrum sylvaticum*, *Picea abies*, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium vitis-idaea*. Bei den Flechten dominiert vor allem *Letharia vulpina*. Daneben können, abhängig von Mikrohabitat und -klima, folgende bodenbewohnende Flechten beobachtet werden: *Cetraria islandica*, *Cladonia arbuscula* und *Cladonia rangiferina*.



Abb. 1.4: *Clematis alpina* und *Juniperus communis*
(Foto: Marion Fink)



Abb. 1.5: *Lonicera caerulea* (Foto: Marion Fink)

Pflanzensoziologisch werden die Lärchen-Zirbenwälder der Ostalpen gemäß Mayer (1974) in Anlehnung an die geologische Zusammensetzung des Untergrundes in die nachfolgenden zwei Großgruppen eingeteilt:

1. Lärchen-Zirbenwälder über silikatbetontem Untergrund: *Larici-Cembretum* Mayer (1974)

Diese Waldgesellschaft bildet nur selten geschlossene Bestände aus, die in der Krautschicht dann zumeist mit Heidelbeere (*myrtilletosum*) oder Hainsimse (*luzuletosum*)

vergesellschaftet sind. Häufiger sind hingegen aufgelichtete Zirben-Lärchenwälder mit den folgenden, dem Unterwuchs folgenden, Subassoziationen anzutreffen:

- 1.1. an schneereichen Standorten mit rostroter Alpenrose (*rhododendretosum ferruginei*)
- 1.2. an Steilhängen mit wolligem Reitgras (*calamagrostietosum villosae*)
- 1.3. mit Latsche (*mugetosum*)
- 1.4. mit Zwergwacholder (*juniperetosum*)

2. Lärchen-Zirbenwälder über Karbonatgesteinen: *Larici-Cembretum rhododendretosum hirsuti* Mayer (1974)

Diese Waldgesellschaft wird im Unterwuchs durch *Rhododendron hirsutum* und *Pinus mugo* bereichert.

Ungeachtet des Ausgangsgesteins finden sich durch azonale Prägung die folgenden Untergesellschaften des Lärchen-Zirbenwaldes:

- in wasserzügigen Hängen mit Grünerle (*Alnus viridis*) und Hochstauden
- Torfmoos-Zirben Moorrandwald (*sphagnetosum*) an sauren Standorten mit übermäßiger Bodennässe
- der Lärchen-Zirben-Blockwald (*cladonietosum*) in silikatischen Blockhalden

Literatur:

Auer, C., 1947: Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Lärche im Arven-Lärchenwald des Oberengadins. Mitt. Schweiz. Anst. Forst. Versuchsw. 25: 3–140.

Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S., Vust, M., 2015: Lebensräume der Schweiz: Ökologie, Gefährdung, Kennarten. Hep Verlag AG. Bern: 456 S.

Kalela, A., 1937: Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. Comm. Inst. Forest. Fenn. 26: 445 S.

Larcher, W., 1963: Zur Frage des Zusammenganges zwischen Austrocknungsresistenz und Frosthärte bei immergrünen. Protoplasma 57: 569–587.

Mayer, H., 1974: Wälder des Ostalpenraumes. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart: 344 S.

Mayer, H., 1984: Wälder Europas. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart: 691 S.

Pisek, A., 1950: Frosthärte und Zusammensetzung des Zellsaftes bei *Rhododendron ferrugineum*, *Pinus cembra* und *Picea excelsa*. Protoplasma 39: 129–146.

Tranquillini, W., 1958: Die Frosthärte der Zirbe unter besonderer Berücksichtigung autochtoner und aus Forstgärten stammender Jungpflanzen. Forstwiss. Cbl. 77: 65–128.

Artenliste Waldunterwuchs - Zirbenwald

Art	Familie	Merkmal
<i>Pinus cembra</i>	Pinaceae	5 Nadeln/Kurztrieb
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Ericaceae	Rostrote BIU
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Ericaceae	Deutl 4-kantiger Stgl
<i>Atocion rupestre</i>	Caryophyllaceae	Felsenleimkraut (dt.)
<i>Hieracium pilosella</i>	Asteraceae	
<i>Veronica fruticans</i>	Antirrhinaceae	
<i>Antennaria dioica</i>	Asteraceae	Katzenpfötchen (dt.)
<i>Ajuga pyramidalis</i>	Lamiaceae	Symmetrischer Habitus
<i>Letharia vulpina</i>	Parmeliaceae	Schwefelgelb, giftig!
<i>Luzula luzuloides</i>	Juncaceae	Perigon kupferrot
<i>Luzula sylvatica</i>	Juncaceae	BlüSt Rispe
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Orobanchaceae	
<i>Melampyrum pratense</i>	Orobanchaceae	
<i>Cetraria islandica</i>	Parmeliaceae	Isländisch Moos (dt.)
<i>Pseudorchis alba</i>	Orchidaceae	Weißer Höswurz (dt.)



Abbildung 1.6: links: Artenarmer Waldunterwuchs im Obergurgler Zirbenwald, rechts: *Letharia vulpina* (Fotos: Hannes Entner)

3. Waldsäume & -lichtungen

Art	Familie	Merkmal
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rosaceae	Eberesche/Vogelbeere (dt.)
<i>Salix myrsinifolia</i>	Salicaceae	BIU blau-grün; BISpitze grün
<i>Lonicera caerulea</i>	Caprifoliaceae	Zwei sehr nahe Blüten
<i>Oxalis acetosella</i>	Oxalidaceae	Schmeckt sauer
<i>Homogyne alpina</i>	Asteraceae	Runde, glänzende BI
<i>Calamagrostis villosa</i>	Poaceae	BIO nach unten gewendet
<i>Avenella flexuosa</i>	Poaceae	Glänzende BIScheiden, dünne BI
<i>Dryopteris expansa</i>	Dryopteridaceae	Nierenförmige Sori
<i>Peucedanum ostruthium</i>	Apiaceae	Schnapsgewinnung aus Wurzel
<i>Epilobium angustifolium</i>	Onagraceae	LB wechselständig; Weidenröschen (dt.)
<i>Ribes alpinum</i>	Grossulariaceae	
<i>Athyrium filix-femina</i>	Dryopteridaceae	
<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae	

4. Bodenprofil

Das Bodenprofil des Obergurgler Zirbenwaldes zeigt einen deutlichen Elluvial-Horizont (Abb. 2). Daher ist dieser Bodentyp als Podsol einzustufen. Der Podsol ist typisch für saure, nährstoffarme Standorte mit schwer zersetzbarer Streuschicht und hohen Niederschlagswerten. Durch Auswaschung und Anlagerung von Sesquioxiden und Huminstoffen entsteht der gräuliche Elluvial- (=Auswaschungs-) Horizont sowie der rötliche Verwitterungshorizont unterhalb.



Abbildung 1.7: Bodenprofil des Obergurgler Zirbenwalds (Foto: Hannes Entner)

5. Übergang Waldrand/ Versumpfungsmoor

Art	Familie	besonderes Merkmal
<i>Juniperus communis</i>	Cupressaceae	
<i>Calluna vulgaris</i>	Ericaceae	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Ericaceae	
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Ericaceae	
<i>Potentilla aurea</i>	Rosaceae	
<i>Trifolium alpinum</i>	Fabaceae	
<i>Campanula barbata</i>	Campanulaceae	
<i>Arnica montana</i>	Asteraceae	
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Poaceae	
<i>Carex sempervirens</i>	Cyperaceae	
<i>Pedicularis tuberosa</i>	Orobanchaceae	

<i>Thesium alpinum</i>	Santalaceae	
<i>Potentilla erecta</i>	Rosaceae	4 KroBl!
<i>Silene vulgaris</i>	Caryophyllaceae	
<i>Phyteuma orbiculare</i>	Campanulaceae	
<i>Geum montanum</i>	Rosaceae	
<i>Phyteuma haemisphaericum</i>	Campanulaceae	
<i>Nardus stricta</i>	Poaceae	schmale BlüSt
<i>Scorzoneroidees helvetica</i>	Asteraceae	
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae	Juvenil mit hängenden Köpfen
<i>Hieracium alpinum</i>	Asteraceae	HüllBl stehen regelmäßig ab
<i>Poa supina</i>	Poaceae	
<i>Luzula campestris</i>	Juncaceae	Schmutzig-weiße Blü

6. Versumpfungsmoor



Abbildung 1.8: Das Versumpfungsmoor im Obergurgler Zirbenwald ist durch eine Seenverlandung entstanden und etwa 9 000-10 000 Jahre alt. (Foto: Hannes Entner)

Art	Familie	Merkmal
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Cyperaceae	Aufgeblasene Blattscheide
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Cyperaceae	Kahler BlüStiel
<i>Trichophorum cespitosum</i>	Cyperaceae	Ganz dünner Habitus, endstdg Ährchen
<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae	Schwarz-grüne Ährchen
<i>Carex paupercula</i>	Cyperaceae	Etwas aufgeblasene, grüne Ährchen
<i>Sphagnum sp.</i>	Sphagnaceae	Von oben sternförmig

Moore (von Felix Faltner)

Moore sind Gebiete mit Torfschichten von mindestens 30-40 cm Tiefe. Im Groben unterscheidet man zwischen Hoch- und Niedermooren. Der größte Unterschied zwischen Hoch- und Niedermooren liegt in ihrer Wasserversorgung. Niedermoore werden vom Grundwasser gespeist, Hochmoore nicht. Der Übergang zwischen Nieder und Hochmoor wird als Zwischenmoor bezeichnet.

Hochmoore

Hochmoore werden von Torfmoosen (*Sphagnum*) gebildet. Diese führen zu einer Erhöhung des Moores. *Sphagnum*-arten sind in der Lage Wasser wie ein Schwamm zu speichern. In Hochmooren geschieht der vertikale Wasseraustausch sehr langsam. Regenwasser sickert mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 1 Meter pro Tag durch die oberen Torfschichten und es kann mehrere Wochen dauern bis es den Moorgrund erreicht. In Hochmooren kann es aufgrund der Beschaffenheit von *Sphagnum*-moosen zu Temperaturschwankungen von bis zu 30 Grad im Mikroklima kommen. Auch die Vegetationsperiode kann in Hochmooren um 2-3 Monate kürzer sein als in der Umgebung des Moores.

Niedermoore

Niedermoore sind ein Stadium im Entwicklungsprozess (Sukzession) von offenen Teichen oder seichten Seen zu ombrotrophen Hochmooren. Sie sind minerotroph, das heißt ihr Wasserkörper ist an das mineralhaltige Grundwasser gebunden. Die Torftiefe von Niedermooren beträgt gewöhnlich weniger als 2 m. Wichtige Pflanzenarten in Niedermooren sind Cyperaceae wie z.B *Carex*-, *Trichophorum*- und *Eriophorum*-arten.

Die Entstehung von Mooren

Die Moorentwicklung ist ein sehr langsamer Prozess, der in vielen Fällen schon am Ende der letzten Eiszeit (vor bis zu 10.000 Jahren) begann. Seichte Seen oder Teiche entstanden in Gletscherwannen, die durch Tonablagerungen abgedichtet waren. Unter entsprechenden Bedingungen wurden diese schlecht entwässerten Becken allmählich von Torfmoosen und typischen Niedermoorpflanzen bedeckt und füllten sich schließlich mit Niedermoortorf. Bei besonders feuchten Klima bildeten sich anschließend aufgewölbte Hochmoore. Die Vertiefungen in Mooren heißen Schlenken. Diese bilden offene Wasserstellen, wenn sie sich mit Regenwasser füllen. Erhöhungen heißen Bulte, diese können strangförmig zusammenwachsen und werden dann als Stränge bezeichnet.

Flora und Fauna in Mooren

Nur eine begrenzte Zahl hochspezialisierter höherer Pflanzen kann im Hochmoor überleben. Sie müssen säurebeständig sein und in einem schwammigen und sauerstoffarmen Milieu wurzeln können. Die Nährstoffe in Mooren sind ebenfalls knapp.

Beispiele höherer Moorpflanzen: Die Besenheide (*Calluna vulgaris*) und der fleischfressende Sonnentau (*Drosera rotundifolia*). Im ersten Fall findet die Stickstoffaufnahme in Symbiose mit Pilzen statt (Mycorrhiza), im zweiten Fall wird der Stickstoffbedarf durch das Fangen und Verdauen von Insekten gedeckt. Zu diesem Zweck produziert der Sonnentau eine der klebrigsten bekannten biologischen Substanzen. Andere typische Pflanzen in österreichischen Mooren sind Sumpfporst (*Ledum palustre*), Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*), Moor-Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*), Krähenbeere (*Empetrum nigrum*), Seggen (*Carex spp.*), Wollgras (*Eriophorum spp.*), Rasenbinse (*Trichophorum cespitosum*) und verkrüppelte Latschen (*Pinus mugo*).

Die Vegetation der Niedermoore ist viel artenreicher. Schwimmende mattenbildende Seggenarten leiten in manchen Fällen das erste Stadium der Moorsukzession ein. Moore beherbergen eine Artenvielfalt an Insekten, darunter zahlreiche Libellen. Auf Moorpflanzen kann man spezialisierte Käfer und Schmetterlinge, sowie deren Raupen, und viele Spinnenarten finden. Der Moorfrosch (*Rana arvalis*) lebt im Hochmoor. Auch Schlangen wie die Kreuzotter (*Vipera berus*) sind in Mooren zu finden

In Niedermooren leben und brüten viele geschützte Vogelarten.

Literatur:

<https://homepage.univie.ac.at/eva.temsch/moore.html>

Waldgrenze (von Hannes Entner)

In den Alpen sind aufgrund zahlreicher menschlicher Eingriffe seit dem Ende der letzten Eiszeit natürliche Waldgrenzen nur in Resten und an unzugänglichen Stellen vorhanden. Natürlicherweise bildet die Zirbe (*Pinus cembra*), die seit rund 12.000 Jahren in den großen zuerst eisfreien Alpentälern nachweisbar ist in den Zentralalpen die Waldgrenze bei rund 2.300 Metern, jedoch liegt die Waldgrenze an den Alpenrändern teils beträchtlich tiefer und wird - je nach Standort - auch von der Fichte (*Picea abies*, Nordalpen) oder Buche (*Fagus sylvatica*, Südalpen) gebildet (Keller und Reisigl, 1989). Dass die Zirbe in den Zentralalpen die Waldgrenze bildet liegt vor allem am kontinentalen Klima und weniger am silikatischen Gestein, an vergleichbaren aber trockeneren Standorten bildet manchmal auch die Lärche (*Larix decidua*) die Waldgrenze (Heß, 2001).

Die Waldgrenze kann als Linie, die die höchsten Waldstücke innerhalb eines Hanges mit ähnlicher Exposition miteinander verbindet beschrieben werden (Körner 2003). Bei der Waldgrenze kann zudem zwischen der eigentlichen Waldgrenze und einer sogenannten „Kampfzone“ unterschieden werden, in der zwar noch einzelne verkrüppelte Bäume wachsen, aber kein geschlossener Waldbestand mehr vorhanden ist. Diese Krüppel können trotz ihrer maximalen Höhe von wenigen Metern ein beträchtliches Alter erreichen, werden aber durch Frost, Trockenheit, Schneeschub und dergleichen insbesondere im Höhenwachstum eingeschränkt (Keller und Reisigl 1989). Durch radiale Bestockung oder die Bewurzelung von Ästen können diese Einzelexemplare sich zudem in die Breite ausbreiten, hierzu ist insbesondere die Buche in der Lage, Arten wie die Legföhre bilden erst gar keinen aufrechten Stamm.

Rein physiologisch endet die Waldgrenze dort wo es weniger als 100 Tage mit einem Temperaturmittel über 5°C gibt, sofern man andere begrenzende Faktoren ausklammert (Keller und Reisigl, 1989). Für Tirol gibt es Messungen von einer durchschnittlichen Bodentemperatur von 5°C an der Waldgrenze an 128 Tagen, aber kaum vergleichbare Klimadaten aus anderen Regionen (Körner, 2003).

Die Waldgrenze schwankt in den Alpen (ca. 47° N) auf kurzen Distanzen zwischen 1.600 und 2.300 m und der Unterschied zwischen der Waldgrenze und der Schneegrenze liegt zwischen 800 und 1.600 m (Körner, 2003).

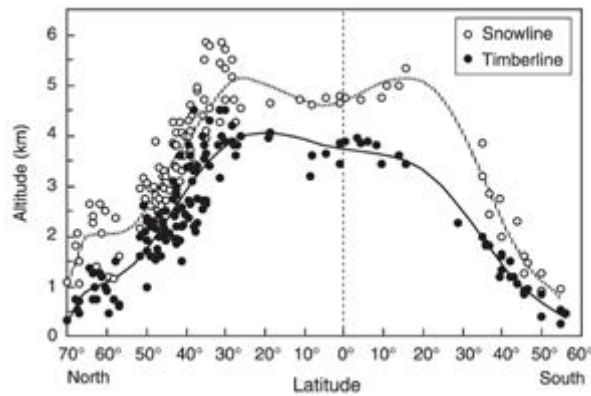


Abbildung 1.9: Weltweite Verteilung von Snowline und Timberline, die Snowline dient als physikalische Referenz und hat keinen direkten Einfluss auf die Waldgrenze (Körner 2003).

Zudem werden die Waldgrenzen nicht nur vom heutigen, sondern vom vergangenen Klima beeinflusst, was es neben den anthropogenen Veränderungen erschwert klimatische Rückschlüsse aus den aktuell vorhandenen Waldgrenzen zu ziehen. Die Funde von Holz ausgewachsener Bäume in sich zurückziehenden Gletschern zeigen, dass die Waldgrenze zumindest in diesen Gebieten nach der letzten Eiszeit für einen gewissen Zeitraum deutlich höher gelegen sein muss.

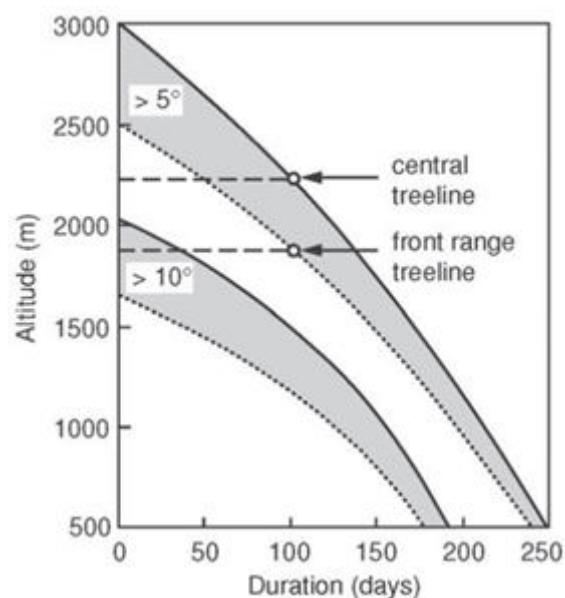


Abbildung 1.10: Zahl der Tage mit einer täglichen Durchschnittstemperatur von 5°C oder 10 °C in den Alpen. Ganze Linien: Zentralalpen, Punktierter Linien: nördliche Randalpen. Interpoliert aus den Monatsmitteln von 1864-1900. Die Pfeile zeigen die aktuellen Waldgrenzen bei <5°C. Nach Ellenberg (Körner 2003).

Das Klima in den Zentralalpen wird durch den sogenannten „Massenerhebungseffekt“ geprägt, bei dem es an den Alpenrändern zu mehr Regen, mehr Wolkenbedeckung und mehr Wind kommt, während im Alpeninneren weniger Feuchtigkeit, höhere Temperaturen und mehr Sonnenstrahlung vorhanden sind, da bei der Hebung der Luftmassen an den Rändern die Feuchtigkeit durch Regen oder Schneefall reduziert wird und sich die Luft erwärmt – dies ist der wesentliche Grund für die regional unterschiedlich hohen Waldgrenzen in den Alpen.

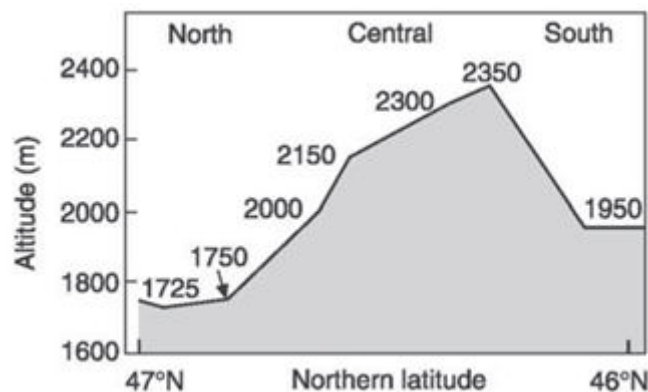


Abbildung 1.11: Höhe der Waldgrenze an einem Nord-Süd-Transekt durch die Alpen zur Illustration des "Massenerhebungseffektes" (Körner 2003)

Die heutige Waldgrenze in Obergurgl

In Obergurgl ist der menschliche Einfluss auf den Wald sehr deutlich sichtbar, mit dem Zirbenwald des ersten Exkursionstages als Rest eines ursprünglich viel größeren, zusammenhängenden Waldbestandes. Das Ötztal und seine Seitentäler waren insbesondere im frühen Mittelalter stark von Waldausbeute und Verwüstung zur Gewinnung von Holz für und landwirtschaftliche Nutzung betroffen, so wurden die Bauernwälder im Jahr 1560 vom Kaiser enteignet, um genügend Holz für den Betrieb der Salinen in Hall und für den Bergbau zu erhalten (Keller und Reisigl, 1989). Während rechtlicher Streitigkeiten zur Rückgabe der Wälder wurden diese spätestens zu Beginn des 19. Jahrhunderts von der lokalen Bevölkerung massiv übernutzt und haben sich bis heute nicht davon erholen können. Neben der Holznutzung lassen sich Brandrodung zur Weideverbesserung, Waldweide und Streunutzung im Wald als Gründe für den Rückgang des Waldes identifizieren (Keller und Reisigl, 1989). Das benachbarte Ventertal war auf Karten von 1774 noch als geschlossen bewaldet erfasst und ist heute wie das Gurgltal weitestgehend waldfrei.

Im Gurgltal besteht das Gestein, wie für die östlichen Zentralalpen typisch, vorwiegend aus silikatischen Gesteinsarten (Gneis, Glimmerschiefer, etc.) die zu sauren Böden führen und sich an der Waldgrenze im Verlauf von rund 1.000 Jahren zu Eisen(humus)-Podsolen entwickeln (Keller und Reisigl, 1989). Die Waldgrenze wird hier meist allein von der Zirbe (*Pinus cembra*) gebildet, während die montane Stufe vor allem Fichten aufweist und in der subalpinen Zone Fichten- sowie Lärchen-Zirbenwälder vorherrschen. Fels- und Blockschutt, sowie feuchte Rinnen/Lawinenzüge werden von Latschen (*Pinus mugo*) bzw. Grünerle (*Alnus viridis*) besiedelt. Alpenrosen (*Rhododendron ferrugineum* auf Silikat) bilden den Unterwuchs in Zirbenwäldern und kommen an Standorten außerhalb des Waldes dort vor wo das Geländere Relief oder die Exposition eine längere Schneebedeckung erlauben. Selbst an exponiertesten Stellen und bis weit über die Waldgrenze kommt die Gamsheide (*Loiseleuria procumbens*) vor.

Ökophysiologie der Bergwaldbäume und Zwergsträucher

Temperatur und Primärproduktion

Wie bereits erwähnt liegt die Waldgrenze dort wo an rund 100 Tagen eine mittlere Temperatur von 5°C herrscht. Das Optimum des Stoffwechsels liegt laut Keller und Reisigl (1989) für die Zirbe zwischen 10-15°C und die CO₂-Aufnahme wird erst durch das Frieren der Nadeln bei -4°C beendet und die Produktionsleistung eines Baumes an der Waldgrenze ist etwa halb so hoch wie die eines Baumes auf rund 1.000 m Meereshöhe.

Frost

Frostschaden entsteht besonders bei immergrünen Nadeln/Blättern, wenn diese im Winter nicht durch eine Schneedecke geschützt sind und durch Frost kein Wasser aus den Wurzeln nachgeliefert werden kann. Sie kann sowohl im Winter als auch im Frühling oder Herbst auftreten, falls der Boden gefroren ist.

Wind

Laut Keller und Reisigl (1989) werden Fichten und Zirben durch Wind kaum gestört, während bei Alpenrosen die Assimilation mit dem Wind steil abnimmt und bei 15m/sec ganz eingestellt wird. Gamsheidespalier bilden ihr eigenes Mikroklima und sind dadurch weniger anfällig, außerdem befinden sich die Spaltöffnungen geschützt innerhalb der eingerollten Blattunterseiten.

Wasser/Feuchtigkeit

Wasserverfügbarkeit ist im Zusammenhang mit der Frostschaden besonders für Jungbäume und empfindliche Arten wie Alpenrosen ein Problem (Keller und Reisigl, 1989).

Schnee

Schnee hat einerseits eine isolierende Wirkung und schützt dadurch Arten wie die Alpenrosen vor Austrocknung, andererseits kann Schneefäule, eine Pilzerkrankung die durch die Bedeckung mit feuchtem Schnee gefördert wird und insbesondere Zirben stark zusetzen (siehe Abbildung).

Reproduktion

An der Waldgrenze bilden Fichten und Zirben nur alle 5-10 Jahre zahlreiche Samen, bei der Lärche noch seltener und in der Regel sind nur rund 5% der Samen keimfähig (Keller und Reisigl, 1989).

Abbildung 1.12: Schneefäulnis an einer Zirbe in Obergurgl mit zahlreichen Alpenrosen im Unterwuchs



Literatur:

Heß, D. 2001: Alpenblumen: Erkennen, Verstehen, Schützen. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co.

Reisigl, H. und Keller R. 1994: Alpenpflanzen Im Lebensraum: Alpine Rasen, Schutt- und Felsvegetation; Vegetationsökologische Informationen Für Studien, Exkursionen Und Wanderungen. 2., Bearb. Auflage; Gustav Fischer Verlag Stuttgart - Jena - New York.

Reisigl, H. und Keller R. 1989: Lebensraum Bergwald: Alpenpflanzen im Bergwald, Baumgrenze und Zwergstrauchheide. Gustav Fischer Verlag Stuttgart

Körner, Ch. 2003: Alpine Plant Life, Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems, 2nd Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

7. Vegetationsaufnahme Zirbenwald

Im Zirbenwald wurden Vegetationsplots zu 1 x 1 m aufgenommen. Die Plots wurden dominiert von *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Pinus cembra*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium myrtillus*, und *Vaccinium uliginosum*. Des Weiteren vorhanden waren *Dicranum scoparium*, *Cetraria islandica*, *Homogyne alpina*, *Hylocomium splendens* und *Vaccinium vitis-idea*. Somit passt die Gesellschaft in die Beschreibung der Larici-Pinetum cembrae nach Ellenberg (1963). Diese Gesellschaft wird charakterisiert von lockeren, stufig aufgebauten Podsolen mit ca. pH 4. Es gibt drei nennenswerte Subassotiationen:

- Subassoziation myrtillosum: geschlossene Bestände
- Subassoziation rhododendrosum ferruginei: aufgelockerte Bestände
- Subassoziation calamagrostilum villosae: niedrige, sonnige Lagen



Abbildung 1.13: Unterbewuchs im Zirbenwald

Vegetationsaufnahme Zirbenwald

	1	2	3	4	5
<i>Avenella flexuosa</i>	1 2a	2m	r		2
<i>Bazzaria trilobata</i>			3		
<i>Calamagrostis villosa</i>	2 2a		1 2a		3
<i>Cedraria islandica</i>		+			
<i>Dicranum scoparium</i>	+		1	2	
<i>Emphetrum nigrum</i>		2a			
<i>Homogynea alpina</i>		1 2a	+	+	
<i>Hylocomium splendens</i>	+			1	
<i>Hypogymnia physodes</i>	2				
<i>Juniperus comunis</i>			2a		
<i>Pinus cembra</i>	5	+	r		3
<i>Pleurotium schrebei</i>	+		3		
<i>Polytrichum piliferum</i>		2d			
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	2				r
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	1 2d		3 2b		
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	+	+			

<i>Usnea barbula</i>	1				
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	2b	2b	2b	2a
<i>Vaccinium uliginosum</i>			3	3	1
<i>Vaccinium vitis-idea</i>			1	1	r

Tag 2 - Dienstag 06.07.2021 (Hannes und Caterina)

Am 2. Tag unserer Exkursion fuhren wir mit der Bahn „Hohe Mut 2“ auf die namensgebende Hohe Mut. Oben angekommen wiederholten wir die Weiderasenarten (1. Stopp) der alpinen Stufe und besprachen die Geologie und die Geographie. Von dort liefen Richtung Südosten und umrundeten die Kuppel weiter Richtung Osten. Hier (2. Stopp) behandelten wir den Krumm-Seggen-Rasen als Klimaxzustand der alpinen Rasen mit tiefgründigeren und besser wasserversorgten Böden. Danach gingen wir bergab Richtung Pfad 30, der oben auf dem Grat zwischen Hohe Mut und Liebener Spitze entlang geht. Auf dem Weg machten wir weitere Stopps. Noch recht nah am 2. Stopp hielten wir an, um einen exponierteren Standort mit offeneren Stellen und einem ausgeprägteren Relief anzuschauen (3. Stopp). An geschützten Mulden beschäftigten wir uns Schneeböden (4. Stopp) und hörten dazu passend den Vortrag von Alex Huber. Im Anschluss machten wir eine Vegetationsaufnahme der Krumm-Seggen-Rasen (5. Stopp). Danach bogen wir nach links Richtung Norden ab, um zu einer Seitenmoräne des Gaisbergferners zu gelangen. Die Rasen hier waren durch das starke Relief sehr divers (6. Stopp). An stark erodierten Stellen konnten wir *Oxyria digyna* finden und an Felsen und steilen Felswänden *Androsace alpina*. Im Unterhang kurz vor der Seitenmoräne machten wir den 7. Stopp. Zuletzt hielten wir noch an der Seitenmoräne (8. Stopp). Danach stiegen wir durch das Gaisbergtal nach Obergurgl ab ohne weitere Zwischenhalte einzulegen.

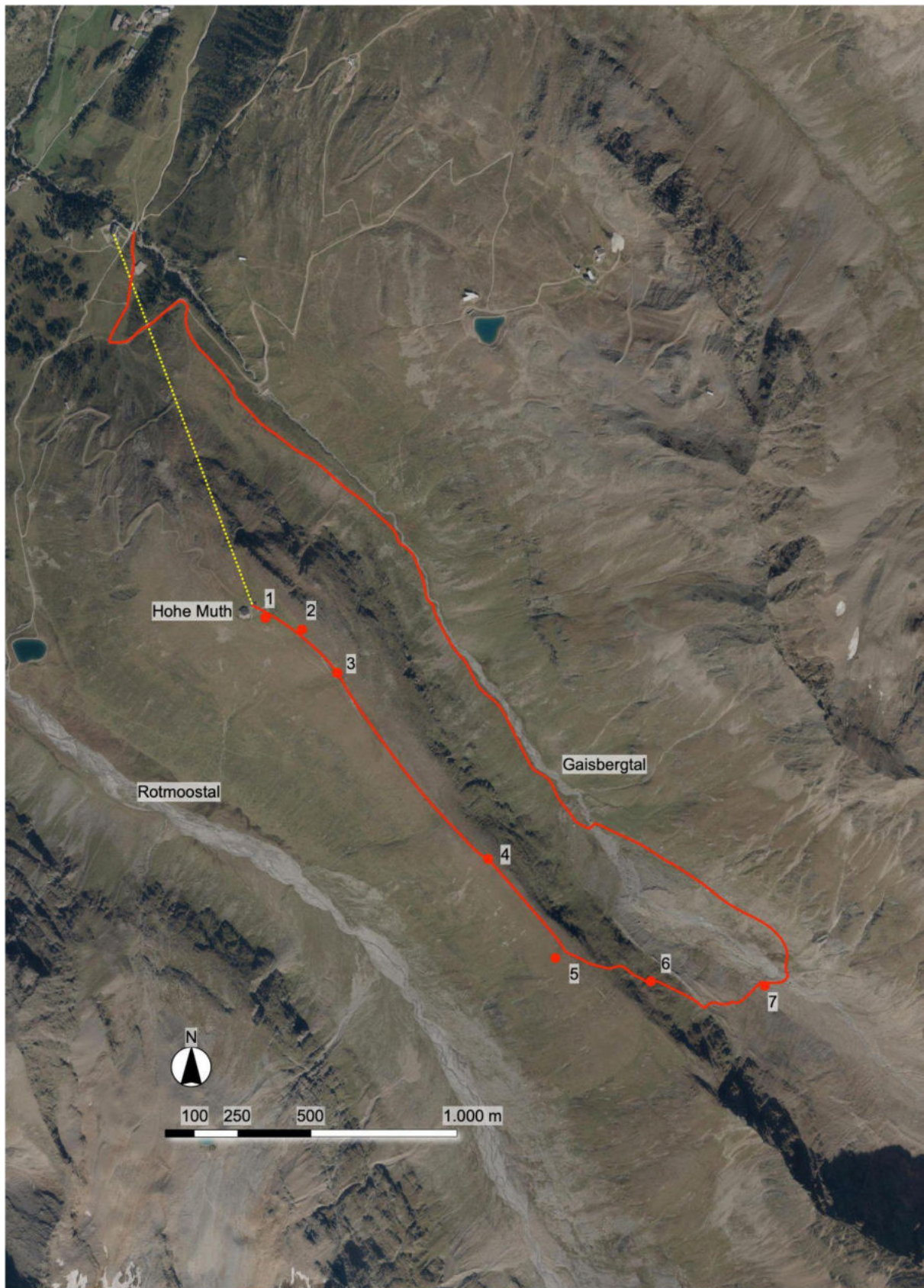


Abbildung 2.2.1: Tagesroute von der Hohen Mut, auf dem Grat entlang, dann Abstieg ins Gaisbergtal und zurück nach Obergurgl. Quelle: Hannes Entner

1. Stopp: Weiderasen

Der erste Stopp war auf der Hohen Mut. Die in der Nähe grasenden Schafe und Arten wie *Nardus stricta* und *Deschampsia cespitosa* waren klare Zeichen einer regelmäßigen Beweidung dieser Flächen. Hier besprachen wir hauptsächlich die Geologie und weniger die Vegetation. In diesem Bereich befanden wir uns noch im Öztaler Komplex. Wenn wir dann den Grat ab der Hohen Mut entlang wandern und absteigen in das Tal, bewegen wir uns in den Schneebergkomplex.

An der Hohen Mut befindet sich der Treffpunkt zwischen dem Schneeberg- und Öztaler Komplexes. Der Schneebergkomplex befindet sich hier im Süden der Hohen Mut, also im Gaisferntal und besteht vorwiegend aus Gneis und Glimmerschiefer. Im südlich der hohen Mut gelegenen Rotmoostal befindet sich der Öztaler Komplex, hauptsächlich bestehend aus Paragneis.

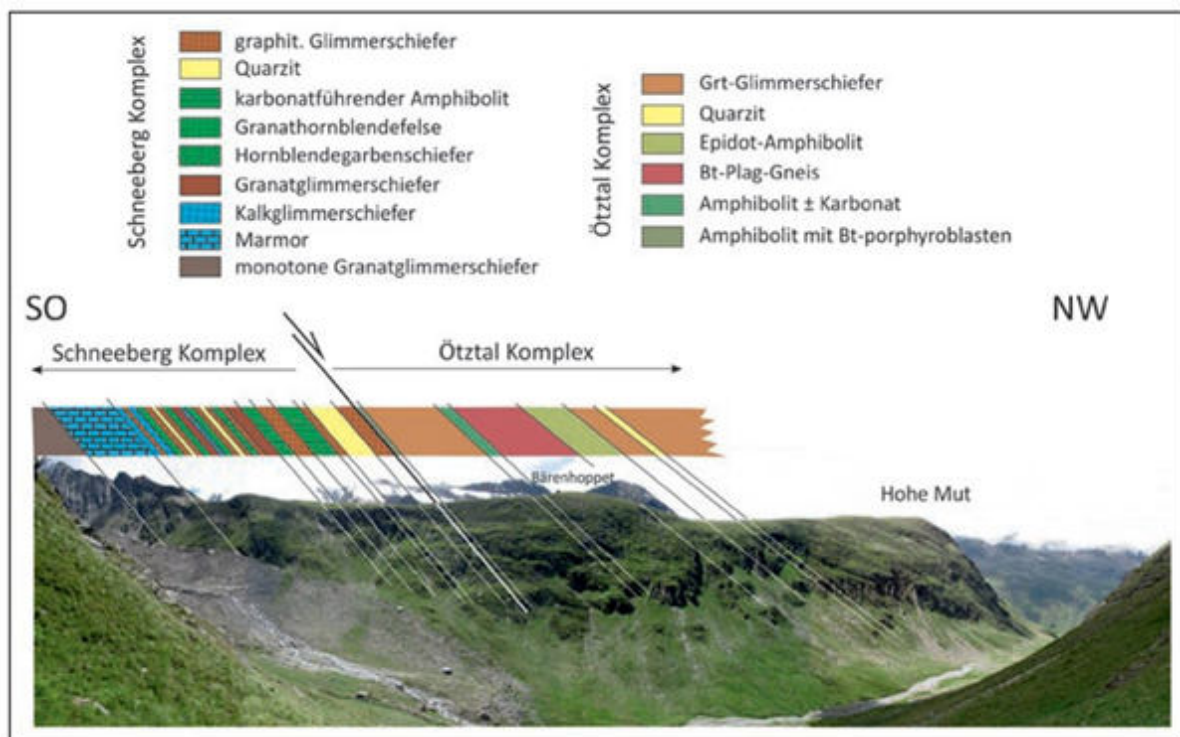


Abbildung 2.2.2: Unser Startpunkt war auf der Hohen Mut. Die Route führt auf dem Grat in Richtung Schneebergkomplex und dann hinunter ins Tal. Quelle:

<https://soildiggimap.blogs.uni-hamburg.de/oetztalkristallin-im-raum-obergurgl-uebersicht/> 28.07.2021, 12:09 Uhr

Artenliste - Weiderasen		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	
<i>Nardus stricta</i>	Poaceae	

2. Stopp: frischer Krumm-Seggen-Rasen

Etwas weiter östlich vom ersten Stopp besprachen wir den Krumm-Seggen-Rasen auf etwas feuchteren und tieferen Böden.

Artenliste 2. Stopp, frischer Krumm-Seggen-Rasen

Artenliste - frischer Krumm-Seggen-Rasen		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Carex curvula</i>	Cyperaceae	abgestorbene Blattspitzen, tiefe Blattscheiden
<i>Homogyne alpina</i>	Asteraceae	
<i>Geum montanum</i>	Rosaceae	
<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae	
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Asteraceae	
<i>Persicaria vivipara</i>	Polygonaceae	
<i>Sibbaldia procumbens</i>	Rosaceae	
<i>Cetraria islandica</i>	Parmeliaceae	
<i>Potentilla frigida</i>	Rosaceae	
<i>Salix herbacea</i>	Salicaceae	rundliche Blätter
<i>Gnaphalium supinum</i>	Asteraceae	silbrige lanzettliche Blätter
<i>Poa alpina</i>	Poaceae	
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Poaceae	
<i>Festuca halleri</i>	Poaceae	Ährchen violett-grün
<i>Agrostis rupestris</i>	Poaceae	
<i>Veronica bellidioides</i>	Antirrhinaceae	

<i>Oreochloa disticha</i>	Poaceae	
<i>Hornungia alpina</i>	Brassicaceae	
<i>Thamnolia vermicularis</i>	Icmadophilaceae	Weiß, "Totengebeinsflechte"
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Rhizocarpaceae	
<i>Cladonia stellaris</i>	Cladoniaceae	
<i>Antennaria dioica</i>	Asteraceae	
<i>Silene exscapa</i>	Caryophyllaceae	
<i>Scorzoneroides helvetica</i>	Asteraceae	
<i>Sedum alpestre</i>	Crassulaceae	
<i>Minuartia sedoides</i>	Caryophyllaceae	Enge Polster, kleine grünliche Blüten

Krummseggenrasen

Sie sind die häufigste Rasengesellschaft in der alpinen Stufe und fallen durch die gelblichen Verfärbungen der Blattspitzen auf. Diese entstehen, nicht durch Austrocknen aufgrund von Trockenheit, oder herbstliches Vergilben, sondern durch das Absterben der Blattspitzen von *Carex curvula*, nachdem diese durch den Pilz *Pleospora elynae* befallen wurden (Heß, 2001). *Carex curvula* bildet innerhalb der Blattscheiden jährlich 2 (oder 3) grüne Blätter, deren Krümmung erst durch den Pilzbefall und das Absterben entsteht, die einzelnen Triebe können 10 Jahre alt werden und da die Blätter in der Regel 2 Jahre lang leben enthalten die Triebe meist 4 Blätter, davon 2 aus dem Vorjahr (Reisigl und Keller, 1994).

An der Hohen Mut wurden von Keller und Reisigl (1994) 3.000 Triebe auf einem Quadratmeter Rasenfläche gezählt, wobei die Triebe nach vorne wachsen und von hinten her absterben und Einzelhorste im Schnitt 15 bis 20 Jahre alt sind, eine Fortpflanzung über Samen findet kaum statt. In den *Curvuleten* an der Hohen Muth betrug die Biomasse der Flechten 64% gegenüber 12% von *Carex curvula*, 6% *Avenula versicolor*, 9% Moose und 6% Kräuter. Die geringe Produktivität ist vergleichbar mit dem Loiseleurietum und liegt an den ungünstigen klimatischen Bedingungen.

Carex curvula gedeiht vor allem auf flachgründigen Hängen mit saurem Substrat, auch in mehr oder weniger steilen Bereichen. Sie bilden den höchststeigenden, geschlossenen Rasen der Alpen, wo sie von 2.000 bis 3.000 m vorkommen und den Pendant zu

Blaugras-Rasen auf Kalk darstellen (Heß, 2001). In Obergurgl kommen sie laut Keller und Reisigl (1994) bis 3.300 m vor und die Untergrenze in anderen Bereichen der Alpen wird mit 1.750 m angegeben. Unterhalb der Hangschultern werden die Krummseggenrasen in der Umgebung von Obergurgl von Bürstlingsrasen (*Nardetum*) abgelöst und an stärker exponierten Windkanten ist das Nacktried (*Elyna myosuroides*) besser angepasst (Keller und Reisigl, 1994).

Krummseggenrasen sind im Vergleich zu anderen alpinen Rasengesellschaften vergleichsweise artenarm, laut Heß (2001) sind folgende Arten besonders typisch (Bei der Wanderung gefundene Arten **FETT**):

Primula glutinosa*, *Carex curvula*, *Androsace carnea*, *Pedicularis kernerii*, *Veronica bellidioides*, *Androsace obtusifolia*, *Minuartia sedoides

Tabelle 2.2.1: Unterschiedliche Ausbildung von Krummseggenrasen laut Keller und Reisigl (2004)

Curvuletum typicum (Mittlere Artenzahl 31)	Schneeboden-Variante: Hygro-Curvuletum	Windexponierte Ausbildung: Curvuletum cetrarietosum	Subnivale Rasenfragmente 2900 bis 3000m: Curvuletum subnivale
<i>Oreochloa disticha</i>	<i>Ligusticum mutellina</i>	<i>Oreochloa disticha</i>	<i>Saxifraga bryoides</i>
<i>Phyteuma globulariifolium</i> [sic]	<i>Leucanthemopsis alpina</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>Saxifraga moschata</i>
<i>Senecio incanus</i>	<i>Gnaphalium supinum</i>	<i>Loiseleuria procumbens</i>	<i>Minuartia recurva</i>
<i>Hieracium glanduliferum</i>	<i>Sibbaldia procumbens</i>	<i>Juncus trifidus</i>	<i>Androsace alpina</i>
<i>Veronica bellidioides</i>	<i>Salix herbacea</i>	<i>Elyna myosuroides</i>	<i>Cerastium uniflorum</i>
<i>Euphrasia minima</i>	<i>Luzula alpino-pilosa</i>	<i>Saxifraga retusa</i>	<i>Ranunculus glacialis</i>
<i>Luzula lutea</i>	<i>Solorina crocea</i>		<i>Potentilla frigida</i>
<i>Agrostis rupestris</i>	<i>Potentilla aurea</i>	Flechten	<i>Agrostis alpina</i>
<i>Juncus trifidus</i>	<i>Geum montanum</i>	<i>Cetraria nivalis</i>	
<i>Juncus jacquinii</i>	<i>Gentiana punctata</i>	<i>C. cucullatus</i>	
<i>Androsace obtusifolia</i>	<i>Primula glutinosa</i>	<i>Cladonia alpestris</i>	
<i>Minuartia sedoides</i>	<i>Homogyne alpina</i>	<i>Alectoria ochroleuca</i>	
<i>Silene exscapa</i>	<i>Cardamine resedifolia</i>	<i>A. nigricans</i>	
<i>Erigeron uniflorus</i>	<i>Polystichum norvegicum</i>	<i>Thamnotia vermicularis</i>	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	<i>Ligusticum mutellina</i>		
<i>Pulsatilla vernalis</i>			

<i>Leontodon helveticus</i>			
-----------------------------	--	--	--

Literatur:

Heß, D. 2001: Alpenblumen: Erkennen, Verstehen, Schützen. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co.

Reisigl, H. und Keller R. 1994: Alpenpflanzen Im Lebensraum: Alpine Rasen, Schutt- und Felsvegetation; Vegetationsökologische Informationen Für Studien, Exkursionen Und Wanderungen. 2., Bearb. Auflage; Gustav Fischer Verlag Stuttgart - Jena - New York.

3. Stopp: trockener Krumm-Seggen-Rasen

Um einen Krumm-Seggen-Rasen auf trockenen Standorten zu betrachten, gingen wir etwas bergab zu einer steileren Stelle. Der Standort hatte mehrere offene Stellen bei herausragenden Steinen, das Relief wirkte dadurch heterogen und zeigte ein kleinräumiges Mosaik, mit Arten die unterschiedliche Standortansprüche haben. Typisch für diesen Standort war *Lloydia serotina*. Die Steine bilden geschützte Stellen, an denen weniger alpine Pflanzen auch noch vorkommen können, wie *Primula glutinosa*. Auf den exponierten Stellen dagegen können sich nur mehr alpine Arten etablieren, wie zum Beispiel *Loiseleuria procumbens*. Der Standort unterschied sich vom 2. Stopp vor allem durch das gehäufte Vorkommen von Flechten. An dieser Stelle sammelten wir nochmal die typischen Grasarten für Krumm-Seggen-Rasen: *Agrostis rupestris*, *Festuca halleri*, *Avenula versicolor*, *Oreolochia disticha*.



Abbildung 2.2.3: Typische Gräser des Krumm-Seggen-Rasens von links nach rechts: *Agrostis rupestris*, *Festuca halleri*, *Avenula versicolor*, *Oreolochea disticha*. Quelle: Hannes Entner.

Artenliste - Krumm-Seggen-Rasen		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Avenula versicolor</i>	Poaceae	
<i>Festuca halleri</i>	Poaceae	Ährchen violett-grün
<i>Vaccinium vitis-idea</i>	Ericaceae	
<i>Alectoria ochroleuca</i>	Parmeliaceae	
<i>Flavocetraria cucullata</i>	Parmeliaceae	roter Fuß
<i>Flavocetraria nivalis</i>	Parmeliaceae	gelber Fuß
<i>Agrostis rupestris</i>	Poaceae	
<i>Oreolochea disticha</i>	Poaceae	
<i>Kobresia myosuroides</i>	Poaceae	glänzende Blattscheiden
<i>Primula glutinosa</i>	Primulaceae	Begleitart eher feuchter Polster-Krumm-Seggen- Rasen
<i>Potentilla frigida</i>	Rosaceae	dreiteilige Blätter
<i>Loiseleuria procumbens</i>	Ericaceae	
<i>Silene exscapa</i>	Caryophyllaceae	
<i>Ranunculus glacialis</i>	Ranunculaceae	
<i>Lloydia serotina</i>	Liliaceae	
<i>Selaginella selaginoides</i>	Selaginellaceae	

4. Stopp: Schneeböden im Silikat

In den Mulden und Senken auf dem langgezogenen Geländerücken war die Vegetation der Schneeböden zu finden. Hier hielt Alex Huber seinen Vortrag und wir behandelten anschließend die für diese Vegetationsgesellschaft typischen Arten, die an eine lange

Schneedeckung angepasst sind, besonders hervorzuheben sind *Soldanella pusilla*, die zum Zeitpunkt unseres Besuches sehr auffällig blühte und *Salix herbacea*.

Artenliste - Schneeböden im Silikat		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Soldanella pusilla</i>	Primulaceae	
<i>Polytrichum norvegicum</i>	Polytrichaceae	
<i>Arenaria biflora</i>	Caryophyllaceae	
<i>Salix herbacea</i>	Salicaceae	<i>rundliche Blätter</i>
<i>Gnaphalium supinum</i>	Asteraceae	
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Asteraceae	
<i>Anthelia juratzkana</i>	Antheliaceae	auf Flächen die <1 Monat schneefrei
<i>Solorina crocea</i>	Peltigeraceae	
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae	

Schneeböden im Silikat (von Alexander Huber)

Schneebödenvegetation ist eine hochspezialisierte Formation der Vegetation, die an kleinflächigen Standorten innerhalb alpiner Rasen oder Schutthalden vorkommt. Sie ist typisch für Muldenlagen, flache Senken, Initialböden im Vorfeld eines Gletschers und Schneefeldränder. Der Schnee bleibt auf diesen Flächen meistens über 8-9 Monate liegen.

Geprägt sind die Schneeböden durch:

- Lange Schneedeckendauer
- Vergleichsweise gute Wasser- und Nährstoffversorgung
- weniger stark ausgeprägte Temperaturschwankungen als auf angrenzenden trockenen Rücken
- im Allgemeinen kühles Temperaturregime

Die Artenzusammensetzung hängt von der Dauer der Schneebedeckung ab. Im Winter fungiert die Schneedecke als isolierende Schicht und im Sommer verkürzt sie jedoch die Vegetationsperiode. Durch die kurze Vegetationszeit müssen sich die Schneebödenarten rasch entwickeln. Bei höheren Pflanzen sind 3 Monate notwendig, dass es zur kompletten Ausbildung von Blüten und Früchten kommt. Wenn die schneefreie Phase kürzer ist, wird nur noch, wenn möglich, vegetativ vermehrt und es übernehmen Kryptogamen und Flechten.

Typische Vertreter der Gesellschaft sind *Salix herbacea*, *Soldanella pusilla*, *Gnaphalium supinum*, *Sibbaldia procumbens*, *Arenaria biflora* und auf den über 10 Monaten schneebedeckten Flächen *Polytrichum norvegicum* und *Solorina crocea*.

Die namensgebende Art der Gesellschaft, *Salix herbacea* (Krautweide), hat sich durch die kriechende Wuchsform an die extremen Bedingungen angepasst. Sie vermehrt sich hauptsächlich vegetativ außer die Vegetationsperiode außer die Vegetationsperiode dauert länger als 3 Monate. *Soldanella pusilla* (Kleines Alpenglöckchen) ist ebenso eine Art die man in Massen, auf solchen Standorten, vortreffen kann. Sie kann mit ihrer Blüte die Schneedecke durchstoßen. Das ist möglich da sie schon im Vorjahr die Blüten ausbildet. Bei einer Schneehöhe von bis zu 18 cm reicht das verfügbare Licht für eine positive Photosynthesebilanz. Dadurch ist die Vegetationsperiode ein wenig längern als die APERZEIT. Außerdem leitet sie die Sonnenwärme, entlang der dunklen Blütenstiele, auf den Boden um den Schnee zu schmelzen.

Die Schneebödenvegetation kommt hauptsächlich auf Silikat vor. In den Kalkalpen sind sie weniger gut ausgeprägt. Zum einen durch die Höhe der Kalkalpen und zum anderen durch die große Wasserdurchlässigkeit des Kalkschutts. Daher kommt es zu wenig Staunässe und die Böden trocknen schneller aus als auf Silikat.

5. Stopp: Vegetationsaufnahme *Caricetum curvulae*

Bevor wir vom Weg auf der Geländeoberkante abzweigten und ins Gaisbergtrtal abstiegen, machten wir eine Vegetationsaufnahme der Krumm-Seggen-Rasen auf jeweils 1 x 1 m. Die Plots ergaben, dass die Gesellschaft ein klassischer Krumm-Seggen-Rasen, *Caricetum curvulae* ist, mit leichten Einflüssen der Windkante (*Loiseleuria procumbens*) und der Schneeböden (*Soldanella pusilla*) ist. *Geum montanum* war hier weniger zu erwarten, da das Vorkommen von *Soldanella* und *Polytrichum norvegicum* (beides Arten von Schneeböden) auf eher extremere Umweltbedingungen hinweist und die Art mehr in Weiderasen, bzw. Zwergstrauchheiden vorkommt - das Aufnahmegebiet dient jedoch als Schafweide. *Avenula versicolor* und *Veronica bellidoides*, die jeweils nur an einem Plot vorkamen und *Leontodon hispidus*, der in zwei Plots gefunden wurde sind hingegen typische Arten in Curvuleten, zudem ist die hohe Deckung an *Carex curvula* der eindeutigste Hinweis auf eine korrekte Bezeichnung als Curvuleten. Die vorgefundenen Flechtenarten sind zumindest für windexponierte Curvuleten (*Curvuletum cetrarietosum*) typisch, deren übrige Vertreter nicht vorgefunden wurden.

Vegetationsaufnahme auf Krumm-Seggen-Rasen

Art	1	2	3
<i>Avenula versicolor</i>	1		
<i>Carex curvula</i>	4	4	3
<i>Cetraria islandica</i>	3	1	
<i>Cladonia rangiferina</i>		+	
<i>Festuca halleri</i>	2a		2m
<i>Geum montanum</i>		2b	2b
<i>Gnaphalium supinum</i>		1	2m
<i>Homogyne alpina</i>	+	2a	2a
<i>Leontodon hispidus</i>		r	1
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	+	1	1
<i>Mutellina adonidifolia</i>	2b	2a	2m

<i>Poa alpina</i>		1	1
<i>Polytrichum norvegicum</i>		1	2a
<i>Potentilla aurea</i>		1	1
<i>Scorzoneroide helvetica</i>	+	+	1
<i>Sibbaldia procumbens</i>	+	1	+
<i>Soldanella pusilla</i>		1	1
<i>Veronica bellidioides</i>		r	
<i>Racomitrium</i> sp			+
<i>Anthelia juritzkana</i>			+
<i>Phyteuma</i> sp			
<i>Cladonia</i> sp.			+
<i>Phyteuma</i> sp.			+

Artenliste 5. Stopp - Vegetationsaufnahme Caricetum curvulae

Artenliste - Caricetum curvulae		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Avenula versicolor</i>	Poaceae	
<i>Carex curvula</i>	Cyperaceae	
<i>Cetraria islandica</i>	Parmeliaceae	
<i>Cladonia rangiferina</i>	Cladoniaceae	
<i>Festuca halleri</i>	Poaceae	Ährchen violett-grün
<i>Geum montanum</i>	Rosaceae	
<i>Gnaphalium supinum</i>	Asteraceae	
<i>Homogyne alpina</i>	Asteraceae	
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Asteraceae	
<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae	
<i>Poa alpina</i>	Poaceae	
<i>Polytrichum norvegicum</i>	Polytrichaceae	
<i>Potentilla aurea</i>	Rosaceae	
<i>Scorzoneroide helvetica</i>	Asteraceae	

<i>Sibbaldia procumbens</i>	Rosaceae	
<i>Soldanella pusilla</i>	Primulaceae	
<i>Veronica bellidioides</i>	Antirrhinaceae	
<i>Racomitrium sp</i>	Grimmiaceae	
<i>Anthelia juritzkana</i>	Antheliaceae	
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifragaceae	

6. Stopp: Abstieg ins Gaisbergtal

Der Hang hinunter ins Gaisbergtal hat eine Neigung von 35-45° und die Exposition ist NE. Der Hang ist geprägt durch ein sehr heterogenes Relief. An stark erodierten Stellen fanden wir *Oxyria digyna* und *Salix reticulata*. An Felsen dagegen fanden wir *Saxifraga exarata* und *Draba hoppeana*. Auffällig war hier, dass kaum *Nardus stricta* vorkam. Das ist dadurch zu erklären, dass hier weniger Weidevieh vorkommt und der Weidezeiger sich deswegen nicht durchsetzen kann.

Artenliste 6. Stopp, Hang am Geisbergtal

Artenliste - Hang am Geisbergtal		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae	
<i>Luzula alpinopilosa (?)</i>	Juncaceae	
<i>Gentiana bavarica (?)</i>	Gentianaceae	
<i>Solorina crocea</i>	Peltigeraceae	
<i>Stereocaulon alpinum</i>	Stereocaulonaceae	
<i>Cerastium cerastoides</i>	Caryophyllaceae	
<i>Minuartia sedoides</i>	Caryophyllaceae	
<i>Saxifraga bryoides</i>	Saxifragaceae	
<i>Myosotis alpestris</i>	Boraginaceae	
<i>Cerastium uniflorum</i>	Caryophyllaceae	
<i>Androsace alpina</i>	Primulaceae	

<i>Saxifraga androsacea</i>	Saxifragaceae	
<i>Arabis alpina</i>	Brassicaceae	
<i>Oxyria digyna</i>	Polygonaceae	
<i>Arenaria biflora</i>	Caryophyllaceae	
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Poaceae	
<i>Silene exscapa</i>	Caryophyllaceae	
<i>Poa alpina</i>	Poaceae	
<i>Luzula campestris</i>	Juncaceae	
<i>Sibbaldia procumbens</i>	Rosaceae	
<i>Lloydia serotina</i>	Liliaceae	
<i>Salix herbacea</i>	Salicaceae	
<i>Geum reptans</i>	Rosaceae	Kriechende Triebe
<i>Draba hoppeana</i>	Brassicaceae	
<i>Hornungia alpina</i>	Brassicaceae	
<i>Cardamine resedifolia</i>	Brassicaceae	variable Blättchen
<i>Saxifraga exarata</i>	Saxifragaceae	
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifragaceae	
<i>Luzula lutea</i>	Juncaceae	
<i>Cirsium spinosissimum</i>	Asteraceae	Weißer Hochblätter
<i>Salix reticulata</i>	Salicaceae	
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Ericaceae	
<i>Ranunculus montanus</i>	Ranunculaceae	fleischige Blätter, gelappt
<i>Hedysarum hedysaroides</i>	Fabaceae	
<i>Astragalus alpinus</i>	Fabaceae	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	Campanulaceae	
<i>Huperzia selago</i>	Lycopodiaceae	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	
<i>Festuca rubra</i> agg.	Poaceae	

7. Stopp: Seitenmoräne des Gaisbergferners

Der Standort ist durch das gemischte Gestein infolge der Lage an der Seitenmoräne geprägt, in der sich Gesteinsmaterial aus den unterschiedlichsten Bereichen des Gaisbergfels gesammelt hat. Hier kamen Granatglimmerschiefer und Hornblendegabenschiefer, wie auch Marmor und alle anderen Gesteine der Umgebung vor. Zusätzlich ist der Standort tendenziell kalt, weist viel Erosion und eine lange Schneebedeckung auf. Deswegen konnten wir dort auch *Senecio incanus* ssp. *carniolicus* finden.

Artenliste 7. Stopp, Seitenmoräne des Gaisbergferners

Artenliste - Seitenmoräne des Gaisbergferners		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Trifolium pallescens</i>	Fabaceae	Teppiche mit kleinen Blättern
<i>Salix serpyllifolia</i>	Salicaceae	kleinste Weide
<i>Salix herbacea</i>	Salicaceae	rundliche Blätter
<i>Salix reticulata</i>	Salicaceae	“Netz” auf Blättern
<i>Senecio insubricuss</i>	Asteraceae	
<i>Saxifraga paniculata</i>	Saxifragaceae	
<i>Artemisia umbelliformis</i>	Asteraceae	aromatischer Duft
<i>Arabis caerulea</i>	Brassicaceae	blaue Blüten

Tag 3 - Mittwoch 07.07. 2021 (Alexander Kiessling und Felix Faltner)

Aufstieg zur Gurgler Scharte (2932 m)

Unser Exkursionstag startet um 8:00 mit dem Tagesziel die Gurgler Scharte zu erreichen, um dort die Vegetation der nivalen Stufe kennenzulernen. Nach einem etwas steileren Stück mit Zwergstrauchheiden zu Beginn, kamen wir auf die Ebene im Bereich der Sonnbergalm. Die dort vorherrschende Vegetation war von Krummseggenrasen geprägt. Nicht zuletzt die angetroffenen Schafe ließen auf regelmäßige Beweidung des gesamten Gebietes schließen. Je höher wir stiegen desto kleinräumiger waren die alpinen Rasen vertreten und Schneebodengesellschaften dominierten die Vegetation. Während des Aufstiegs überquerten wir mehrere große Schneefelder, welche voraussichtlich den Sommer auch überstehen werden. Im Bereich der Scharte konnten wir eindrucksvoll beobachten, welche Auswirkungen die Exposition und mikroklimatische Faktoren auf die Vegetation haben können. Während die Nordhänge oberhalb der Scharte nahezu vegetationsfrei waren, gediehen auf den Südhängen, in fast 3000 m Höhe, alpine Rasen, wie sie sonst mehrere hundert Höhenmeter tiefer zu finden sind. Aufgrund der Topographie wurden diese Bereiche auch von Beweidung größtenteils verschont und waren gut entwickelt. Ein Highlight war ein Fund von *Gentiana punctata* auf etwa 3000 müNN.

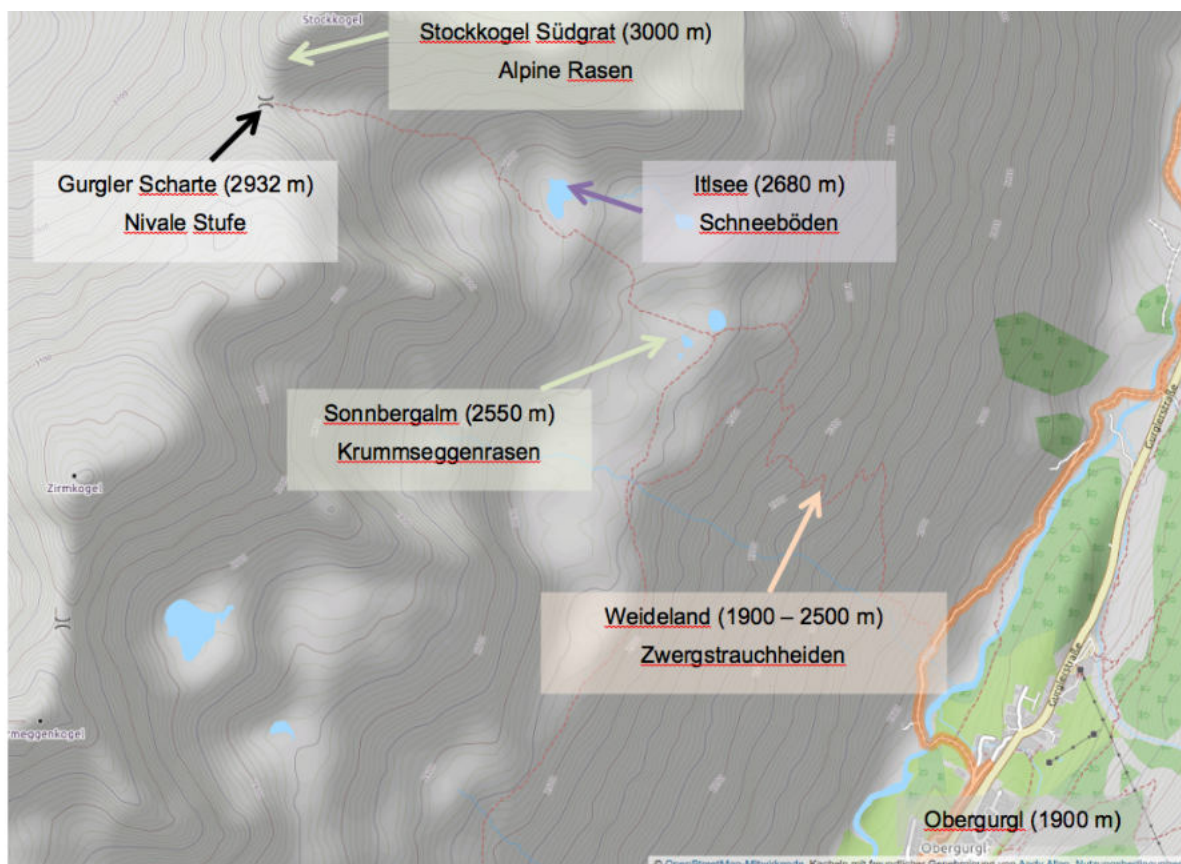


Abb. 3.1: Weg von Obergurgl zur Gurgler Scharte, mit den besuchten Standorten.

Zwergstrauchheiden (1900 - 2500 m)

Als Zwergstrauchheide wird jener Vegetationstyp bezeichnet, in dem Zwergsträucher aus der Familie der **Ericaceae** vorherrschen. Im Gebirge bildet sie eine Übergangsgesellschaft, die vom Wald in die gehölzfreien hochalpinen Rasen führt. Gemeinsam mit den Borstgrasrasen (*Nardus stricta*) bilden die Zwergstrauchheiden die Klasse Nardo-Callunetea im pflanzensoziologischen System. Im Bergland werden die Zwergstrauchheiden neben *Calluna* meist von *Vaccinium*-Arten wie *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum* und *V. vitis-idaea* dominiert. Zwergstrauchheiden kommen meist auf sauren Böden vor. *Rhododendron ferrugineum* kommt in diesen Zwergstrauchheiden auch sehr häufig vor. Die immergrüne Gämsheide (*Loiseleuria procumbens*) steigt noch höher als die anderen Zwergstraucharten. Diese Art kann bis auf 3000m vorkommen. Verbreitete Begleiter wie *Nardus stricta* und *Potentilla erecta* bilden den Übergang zu den Borstgrasrasen, mit denen sie fast immer eng verzahnt sind. Auch vegetationskundlich werden diese Bergheiden meist an die Borstgrasrasen angeschlossen. In den Zwergstrauchheiden haben Tiere wie das Birkhuhn, die Alpenbraunelle, der Alpensalamander, die Kreuzotter und viele Insektenarten (Alpen-Perlmutterfalter, Hochalpen-Apollo und Hochmoorgelbling...) ihren Lebensraum.

Man unterscheidet zwischen folgenden Zwergstrauchgesellschaften:

1. **Die Bodensaure Alpenrosenheide** - *Rhododendro ferruginei-Vaccinietum myrtilli*, ist in ihrem natürlichen Vorkommen auf einen ca. 100-150 m schmalen Saum an der klimatischen Waldgrenze beschränkt. Sie kommt auch als Dauergesellschaft auf Sonderstandorten wie z.B. auf tiefliegenden, grobblockigen Bergsturzhalden und in Lawenbahnen vor, in denen das Aufkommen des Waldes nachhaltig verhindert wird. Ihre Hauptverbreitung hat sie jedoch als hochsubalpine Waldersatzgesellschaft. Aspektbildend sind Ericaceae wie die beiden namensgebende Arten Rostrote Alpenrose - *Rhododendron ferrugineum*- und Heidelbeere - *Vaccinium myrtillus*. Zusätzlich können noch Weidezeiger oder Nadelgehölze auftreten. Sie kommt an schneebedeckten Standorten vor.
2. Die bodenbasische Alpenrosenheide - *Rhododendron hirsuti-Vaccinietum myrtilli*, sie hat ihr Optimum über kalkreichen Gestein.
3. Die Krähenbeerenheide - *Vaccinio-Empetrum hermaphroditi*

4. **Die Bärentraubenheide** - *Junipero-Arctostaphyletum* - ersetzt die Alpenrosenheide auf sonnseitigen Lagen im Inneralpengebiet vor allem in Höhen zwischen 1900 und 2300 m. Ursprünglich war diese Gesellschaft nur kleinflächig als Pionierformation auf silikatischem Blockschutt und Felsrücken vorhanden. Als Regenerationsstadium beim Rückgang der Almweide ist sie heute weiter verbreitet. Kennarten sind die Bärentraube - *Arctostaphylos uva-ursi*, der Zwergwacholder - *Juniperus communis* ssp. *nana*, die Besenheide - *Calluna vulgaris*, das Eberrautenblättrige Greiskraut - *Senecio abrotanifolius* und Teufelskrallenarten - *Phyteuma betonicifolia*. Sie kommt vor allem auf schneefreien und trockenen Standorten vor.
5. Die Loiseloiria-Windheide - *Cetrario-Loiseleurietum* - ist in der alpinen Stufe vor allem auf extrem windgepeitschten Rücken und Kuppen über Silikatgestein beheimatet.
6. Zwergstrauchbestände ohne *Rhododendron*.

Vegetationsanalyse nach Braun-Blanquet

Im Lebensraum der Zwergstrauchheiden wurden an zwei Standorten, in zwei Höhenstufen jeweils drei oder vier Plots nach Braun-Blanquet erhoben. Dabei wurde die Häufigkeit und das Vorkommen verschiedener Pflanzenarten untersucht. In den folgenden 2 Tabellen sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen zu sehen.

Zwergstrauchheide unten

Art	1	2	3	4
<i>Achillea millefolium</i>	+			
<i>Alchemilla vulgaris</i> aggr.	+			
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	+		+	
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>				3
<i>Avenella flexuosa</i>		2a	2a	2a
<i>Briza media</i>	1			
<i>Calluna vulgaris</i>	2a		2b	+
<i>Campanula barbata</i>	+			
<i>Carex sempervirens</i>		+		+
<i>Carlina acaulis</i>	r			
<i>Geranium sylvaticum</i>	r	+		
<i>Geum montanum</i>	1			
<i>Helianthemum nummularium</i>	1			
<i>Hieracium pilosella</i>	1			

<i>Homogyne alpina</i>	+			
<i>Juniperus communis</i>		5	2b	3
<i>Laserpitium halleri</i>				2a
<i>Leontodon hispidus</i>	1			
<i>Lotus corniculatus</i>	1			
<i>Luzula luzuloides</i>	1		2a	
<i>Melampyrum sylvaticum</i>		r		+
<i>Nardus stricta</i>	2a			
<i>Pedicularis tuberosa</i>	r			
<i>Persicaria vivipara</i>	+			
<i>Campanula scheuchzeri</i>	+			
<i>Potentilla erecta</i>	1			
<i>Rhododendron ferrugineum</i>			2a	
<i>Scorzonoides helvetica</i>	1			
<i>Selaginella selaginoides</i>	+			
<i>Silene vulgaris</i>	r			
<i>Solidago virgaurea</i>	+			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2b	5	3	3
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1	4	2a	2a

Tabelle 2.3.1: Erhebung des Standortes Zwergstrauchheide unten nach Braun-Blanquet

Zwergstrauchheide oben

Art	1	2	3
<i>Achillea moschata</i>	1		
<i>Anthoxanthum alpinum</i>		`+	
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	1		
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>		3	
<i>Avenula versicolor</i>	1 r		
<i>Calamagrostis villosa</i>	1		
<i>Calluna vulgaris</i>	3	3	2b
<i>Campanula barbata</i>		r	
<i>Cetraria islandica</i>			1
<i>Cirsium spinosissimum</i>		`+	
<i>Empetrum nigrum</i>		2b	
<i>Festuca halleri</i>		r	
<i>Gentiana acaulis</i>		r	
<i>Geum montanum</i>	`+	`+	1
<i>Helianthemum</i>	1		

<i>nummularium</i>			
<i>Homogyne alpina</i>	1	1	1
<i>Juncus trifidus</i>		1	
<i>Juniperus communis</i>	2a	r	
<i>Lotus corniculatus</i>			`+
<i>Luzula lutea</i>	1		1
<i>Luzula luzuloides</i>		1	
<i>Pedicularis tuberosa</i>			`+
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	r		`+
<i>Potentilla frigida</i>			r
<i>Primula hirsuta</i>	`+		
<i>Pseudorchis albida</i>	r		
<i>Pulsatilla alpina</i>			r
<i>Rhododendron ferrugineum</i>			2a
<i>Scorzonoides helvetica</i>	1	r	1
<i>Senecio carniolicus</i>	r		
<i>Sesleria caerulea</i> (?)			r
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2a	2m	2b
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2a		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2m	1	1

Tabelle 2.3.2: Erhebung des Standortes Zwergstrauchheide oben nach Braun-Blanquet

Artenliste - Zwergstrauchheiden		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Achillea moschata</i>	Asteraceae	typische Art auf Silikat und Heilpflanze
<i>Androsace obtusifolia</i>	Primulaceae	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Poaceae	Ursache für typischen Heugeruch
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Fabaceae	kann verschieden Ökotypen ausbilden (Blütenfarbe: gelb-rot)
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Ericaceae	zirkumpolare Verbreitung
<i>Atocion rupestre</i>	Caryophyllaceae	
<i>Avenella flexuosa</i>	Poaceae	geschlängelte Hauptachsen

<i>Botrychium lunaria</i>	Ophioglossaceae	Sporangien stehen am rispenähnlich verzweigten fruchtbaren Blattabschnitt
<i>Calamagrostis villosa</i>	Poaceae	
<i>Calluna vulgaris</i>	Ericaceae	hat Mykorrhiza als Symbiosepartner
<i>Carex sempervirens</i>	Cyperaceae	horstförmiger Wuchs, keine oder kurze Ausläufer
<i>Cerastium alpestris</i>	Caryophyllaceae	
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	Rosaceae	
<i>Cryptogramma crispa</i>	Pteridaceae	
<i>Empetrum nigrum</i>	Ericaceae	teppichbildender Zwergstrauch
<i>Erigeron uniflorus</i>	Asteraceae	einblütig, auf Silikat und wollig behaart
<i>Festuca ovina</i> agg.	Poaceae	
<i>Festuca rubra</i>	Poaceae	
<i>Festuca halleri</i>	Poaceae	
<i>Galium anisophyllum</i>	Rubiaceae	Stängel unterhalb des 1. Nodiums dünner werdend
<i>Helianthemum nummularium</i>	Cistaceae	Glazialrelikt
<i>Hypochaeris uniflora</i>	Asteraceae	
<i>Juncus jacquinii</i>	Juncaceae	
<i>Juncus trifidus</i>	Juncaceae	
<i>Juniperus nana</i>	Cupressaceae	Zwergförmiger Ökotyp von <i>Juniperus communis</i>
<i>Knautia dipsacifolia</i>	Dipsacaceae	Ungelappte Blätter
<i>Laserpitium halleri</i>	Apiaceae	Apiaceae mit feingeteilten Blättern, Hauptverbreitung sind die Westalpen.
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae	
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	
<i>Luzula lutea</i>	Juncaceae	
<i>Luzula luzuloides</i>	Juncaceae	
<i>Lycopodium annotinum</i>	Lycopodiaceae	mit langen Sporophyllständen
<i>Pedicularis tuberosa</i>	Orobanchaceae	
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	Campanulaceae	
<i>Poa chaixii</i>	Poaceae	

<i>Primula hirsuta</i>	Primulaceae	
<i>Ranunculus platanifolius</i>	Ranunculaceae	weißblühend
<i>Ranunculus villarsii</i>	Ranunculaceae	
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Ericaceae	Silikatart mit rostroter Blattunterseite
<i>Ribes petraeum</i>	Grossulariaceae	
<i>Rosa pendulina</i>	Rosaceae	Zweige meist stachellos
<i>Saxifraga exarata</i>	Saxifragaceae	
<i>Scorzoneroidea helvetica</i>	Asteraceae	herablaufende Blattschuppen am Stg
<i>Senecio abrotanifolius</i>	Asteraceae	Typische Art für Zwergstrauchheiden
<i>Senecio carniolicus</i>	Asteraceae	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Ericaceae	Sommergrüne Art mit grünen Stängeln
<i>Vaccinium vitis-idea</i>	Ericaceae	Immergrüne Vaccinium- Art
<i>Veronica bellidioides</i>	Veronicaceae	

Krummseggenrasen - Seenplatte - Sonnbergalm (2550 m)

Im Bereich der Sonnbergalm befinden sich einige kleinere Bergseen, weshalb diese kleine Hochebene auch Seenplatte genannt wird. Dieses Gelände wurde einst durch die Hauptgletscherzunge geformt und aufgrund des silikatischen Ausgangsgesteins findet man hier saure Böden. Die Alm wird von Schafen beweidet und die typischen Krummseggenrasen sind hier abgegrast und nicht besonders artenreich. Um die dominierende Krummsegge (*Carex curvula*) finden sich weitere standorttypische Arten und Weidezeiger wie *Nardus stricta* (Borstgras) (vgl. Tag 2 - Hohe Mut).

Artenliste - Krummseggenrasen		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Agrostis rupestris</i>	Poaceae	
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Poaceae	
<i>Avenula versicolor</i>	Poaceae	
<i>Carex curvula</i>	Cyperaceae	Charakterart
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	Weidezeiger

<i>Festuca halleri</i>	Poaceae	
<i>Gentiana bavarica</i>	Gentianaceae	ohne Grundrosette
<i>Geum montanum</i>	Rosaceae	Früchte federartig behaart
<i>Homogyne alpina</i>	Asteraceae	Auf Silikat, <i>Homogyne discolor</i> auf Kalk (Blattunterseit grau behaart)
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Asteraceae	
<i>Luzula alpinopilosa</i>	Juncaceae	
<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae	fördert die Milchleistung von Rindern
<i>Nardus stricta</i>	Poaceae	Weidezeiger
<i>Oreochloa disticha</i>	Poaceae	Ährchen sind 2-zeilig angeordnet
<i>Pedicularis rostratocapitata</i>	Orobanchaceae	
<i>Poa alpina</i>	Poaceae	Pseudoviviparie
<i>Potentilla aurea</i>	Rosaceae	
<i>Ranunculus kuepferi</i>	Ranunculaceae	schmal-lanzettliche Blätter und weißblühend
<i>Taraxacum alpinum</i> agg.	Asteraceae	

Schneeböden (oberhalb von ca. 2600 m)

Im Gebiet oberhalb des Itlsees konnten wir zahlreiche große Schneeböden beobachten (vgl. Beitrag von Alexander Huber, Tag 2).

Artenliste - Schneeböden		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Polytrichum norvegicum</i>		Moos
<i>Salix herbacea</i>	Salicaceae	Zwergwüchsige Weidenart
<i>Sibbaldia procumbens</i>	Rosaceae	
<i>Soldanella pusilla</i>	Primulaceae	typische Schneebodenart, frühblühend

Nivale Stufe

Arten mit nivaler Verbreitung und ihre Ökologie (von Caterina Röhm)

Definition nivale Höhenstufe

Die nivale Stufe wird als jene definiert, die die Obergrenze der Vegetation und gleichzeitig die Untergrenze der ganzjährigen Schneedeckung bildet. In dieser Zone gibt es das ganze Jahr Schneefelder und die Vegetation kommt nur noch inselartig an geschützten Stellen vor (Breckle & Daud, n.d.).



Abbildung 3.2: Übergang der alpinen Stufe zur nivalen Stufe am Itlsee vor der Gurgler Scharte im Ötztal, erkennbar durch ganzjährige Schneefelder. Foto: Caterina Röhm

Klima

In allen Gebirgen gilt: mit zunehmender Höhe sinken Luftdruck und Temperatur. Dadurch ändert sich das Diffusionsverhalten von Wasser. Mit sinkendem Luftdruck ändert sich auch der Partialdruck und damit die Verfügbarkeit von CO_2 . Die sinkenden Durchschnittstemperaturen verlangsamen die physiologischen Prozesse. Außerdem kommen regelmäßig Frostereignisse vor und, in Regionen mit einem Jahreszeitenwechsel, wird die Vegetationsperiode verkürzt. (Körner, 2003).

In den Alpen ist die nivale Stufe zusätzlich durch starke Winde und hohe Strahlungsintensität sowie -dauer geprägt. Sie beginnt ab einer Seehöhe von ca. 2500m ü.N.N. Es können ganzjährig Fröste vorkommen und die Vegetationsperiode ist höchstens drei bis vier Monate lang. Die Temperatur nimmt in der Höhe ab und die Niederschlagsmengen nehmen zu. Auf der nivalen Stufe ist eine Jahresdurchschnittstemperatur von weniger als 1°C zu erwarten. Die hohen Niederschlagsmengen sind zu über 50% in Form von Schnee zu erwarten (Kollmann, 2019).

Ökologie

Durch die kalten Temperaturen, hohen Niederschlagsmengen, der Hangneigung und dem Wind erodiert viel Boden. Die Böden sind dadurch meist seichtgründig und ausgewaschen. Nur an windgeschützten Stellen ist genug Boden für Gefäßpflanzen vorhanden. Generell können nur geschützte Standorte, die aber dennoch früh schneefrei sind, in der nivalen Stufe von Pflanzen genutzt werden (Ellenberg, 1988).

Sie wachsen dicht am Boden oder Fels in Lagen die windgeschützt und südexponiert sind. Meist bilden sie durch ihre besonderen Wuchsformen ihr eigenes Mikroklima. Polsterpflanzen, wie *Silene acaulis* haben unter ihrem Blätterdach viel höhere Temperaturen als die Luft in 2m Höhe. Rosettenpflanzen, wie *Saxifraga paniculata*, verhindern Bodenerosion und fördern durch die höheren Temperaturen Bodenorganismen. Horstige Arten wie *Carex firma* lassen dafür bewusst Blätter des Vorjahres absterben, um organisches Material für den Boden zur Verfügung zu stellen. Die Arten der nivalen Stufe sind mehrjährig und überwintern meist als Kryptophyten oder Hemikryptophyten (Ellenberg, 1988).

Vegetation

An den höchsten Standorten sind hauptsächlich Farne, Moose und Flechten zu finden. Die höchste je gefundene Gefäßpflanze in den Alpen ist *Saxifraga oppositifolia*. In der nivalen Stufe sind vor allem Krumm-Seggen-Rasen zu erwarten und an steileren Hängen können auch Nackt-Ried-Rasen bis in die nivale Stufe hinaufsteigen. Alle Pflanzen auf dieser Höhe sind konkurrenzschwach durch das langsame Wachstum (aufgrund der Kälte) und stark spezialisiert auf die besonderen Standortfaktoren. Viele krautige Pflanzen steigen aus der alpinen Stufe bis in die nivale auf, aber bilden dort nur inselartige Rasenflächen an geschützten Standorten. Die einzige holzige Pflanze in dieser Zone ist dabei *Salix serpyllifolia* (Ellenberg, 1988).



Abbildung 3.3: *Ranunculus glacialis* in der Gurgler Scharte, Ötztal. Foto: Caterina Röhm

Artenliste - Nivale Stufe		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Alectoria ochroleuca</i>		Flechte
<i>Anthelia juratzkana</i>		Moos
<i>Cardamine resedifolia</i>	Brassicaceae	
<i>Cerastium uniflorum</i>	Caryophyllaceae	
<i>Draba fladnizensis</i>	Brassicaceae	
<i>Gentiana punctata</i>	Gentianaceae	
<i>Luzula spicata</i>	Juncaceae	
<i>Minuartia sedoides</i>	Caryophyllaceae	
<i>Poa laxa</i>	Poaceae	
<i>Potentilla frigida</i>	Rosaceae	
<i>Ranunculus glacialis</i>	Ranunculaceae	
<i>Saxifraga bryoides</i>	Saxifragaceae	

<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifragaceae	
<i>Silene exscapa</i>	Caryophyllaceae	KroB sehr klein, kalkmeidend
<i>Solorina crocea</i>		Flechte

Literatur:

Körner, Christian. (2003). *Alpine Plant Life* (2nd Edition.). Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-18970-8>

Breckle, Siegmar-W, & Rafiqpoor, M. Daud. (n.d.). *Vegetation und Klima*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-59899-3>

Kollmann, Johannes. (2019). Ökosysteme der Hochlagen. In *Renaturierungsökologie* (pp. 235–255). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54913-1_14

Ellenberg, H. H. (1988). Plant Life in the Region of Eternal Snow. In *Vegetation ecology of central Europe*. Cambridge University Press.

Tag 4 - Donnerstag 08.07.2021

Bericht von Marion Fink und Markus Finner

Streckenverlauf:

Von Obergurgl (1907 m) entlang des archäologischen Rundwanderweges Obergurgl zur Zirben Alm, dann die Gurgler Ache querend und den Streckenverlauf dieser folgend zur orographisch links gelegenen archäologischen Fundstätte am Beilstein (2117 m). Rückweg über die Matten der unteren Weixelmahder (ca. 2400 m) zum Ausgangspunkt (Abb. 4.1).

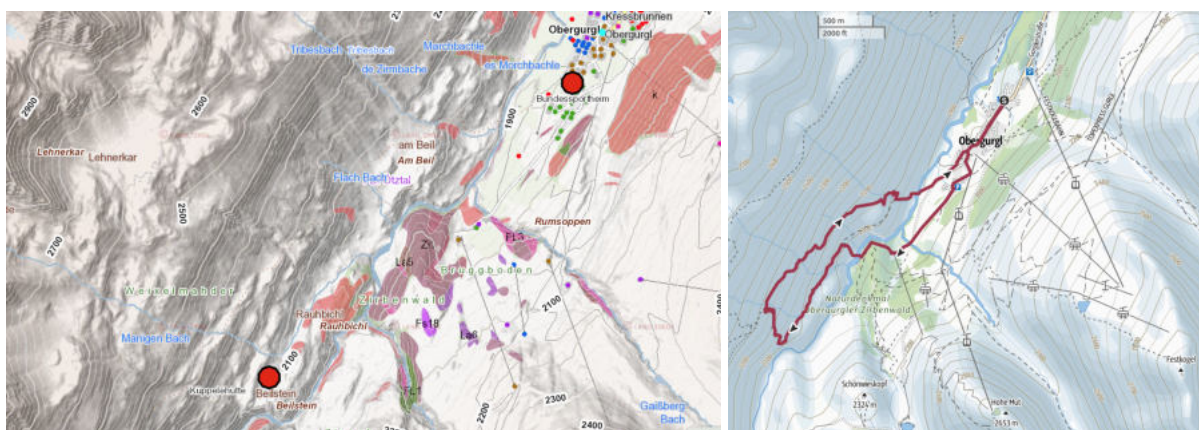


Abb.4.1: links: Flurnamen im Exkursionsgebiet ; Start- und Zielpunkt als roter Punkt markiert; rechts: Streckenverlauf der Exkursion, die Hänge der Weixelmahder sind nach S und SW ausgerichtet (TirisMaps, outdooractiv.com)

Exkursionsziel:

Erhebung und Diskussion der entlang des Streckenverlaufs lokalisierten Artenzusammensetzungen von Weiderasen, Hochstaudenfluren, Hangquellfluren, Niedermooren, Caricetum sempervirentis Gesellschaften und Besichtigung der archäologischen Fundstelle am Beilstein.

Pflanzensoziologische Schwerpunkte der Exkursion:

- Blockhalden-Gesellschaften
- Horst-Seggen-Gesellschaften (*Semperviretum*)
- Quellfluren (Beitrag von Alexander Kiessling, siehe unten)

Exkursionsbericht:

Der Weg 9 führt in ebener Wanderung durch **Fettwiesen** mit *Alopecurus pratense*, *Deschampsia cespitosa*, *Rumex acetosa*, *Rumex alpinus*, *Dactylis glomerata* und *Cirsium helenioides* allmählich in den **Zirbenwald** und dann die Gurgler Ache querend in mäßiger Steigung durch Weiderasen, die eine Bestoßung durch Kühe in Mutterkuhhaltung erfahren. Diese **subalpinen, artenreichen Weiderasen** (Abb. 3), die seit dem Neolithikum anthropogene Einflussnahmen in unterschiedlicher Form und Intensität erfahren, bestechen u. a. durch das Vorkommen von *Cirsium spinosissimum* (Abb. 4), der nur in den Alpen vorkommt. Sein Verbreitungsgebiet reicht von der Rhône ostwärts entlang des Alpenbogens über Norditalien, der Schweiz und Deutschland bis nach Niederösterreich und in die Steiermark. Die Alpen-Kratzdistel erfüllt die Aufgabe der Bodenfestigung und zeigt stickstoffreiche Standorte an. Dementsprechend besiedelt sie entlang eines Höhengradienten von 1100 bis 3000 m bevorzugt krautreiche, frische bis feuchte, stickstoffreiche Standorte auf Weiden und Lägerfluren, sowie in Hochstaudenfluren, an Bachufern und in Blockschutthalden. Wie alle Vertreter aus der Gattung *Cirsium* sp., verfügt auch *C. spinosissimum* über einen gefiederten Pappus. Artspezifisch lässt sich diese imposante Art, die eine Wuchshöhe bis zu 80 cm erreicht, über ihre blassgelben Blütenköpfchen zuordnen, die in dichtstehenden, endständigen Knäueln angeordnet sind und von steifen, stachelzähnigen Hochblättern umhüllt sind. Neben der genannten Art ist das sporadische Vorkommen von *Pulsatilla alpina* subsp. *apiifolia* (*Ranunculaceae*) zu beobachten. Dieser mehrjährige Hemikryptophyt mit sporadischem Verbreitungsmuster in den Zentral- und Südalpen und den Pyrenäen besiedelt bevorzugt magere und bodensaure Standorte über Bürstlings- und Krummseggenrasen der obermontanen und subalpinen Stufe. Das Hauptverbreitungsgebiet erstreckt sich vom Allgäu über die Schweiz und bezieht sich weiters auf großräumig voneinander disjunkte Verbreitungsgebiete in den Dolomiten und in Slowenien. Morphologisch lässt sich *Pulsatilla alpina* subsp. *apiifolia* aufgrund ihrer laubblattartigen, 3fach gefiederten Stängelblätter und ihrer schwefelgelben Perigonblätter

zuordnen. Die Griffel dieser Art sind im Gegensatz zu *Pulsatilla alpina* subsp. *alpina* spärlich behaart. Neben den genannten Arten finden sich im subalpinen Weiderasen der Weidezeiger *Nardus stricta*, sowie die beweidungsresistente *Deschampsia cespitosa*, mit 6–8 mm langer Ligula und oberseits erhabenen, rauen bis schneidenden Laubblattrippen (Fischer et al. 2008), des Weiteren *Alopecurus pratensis* (bei Gattung *Alopecurus* sind die Hüllspelzen bis zur Hälfte ihrer Länge miteinander verwachsen), *Poa supina*, *Festuca rubra* agg., *Anthoxanthum odoratum*, *Crepis aurea*, *Leontodon hispidus*, *Achillea millefolium*, *Geum montanum*, dessen gehäuftes Auftreten an diesem Standort auf extensive Weidetätigkeit über sauren Bodenbedingungen verweist (Fischer et al. 2008), *Chaerophyllum villarsii* (ein Vertreter aus dem *Chaerophyllum hirsutum* agg.), *Geranium sylvaticum*, *Veronica chamaedrys*, *Ranunculus acris*, *Potentilla aurea*, *Myosotis alpestris*, *Trifolium pratense* subsp. *nivale* und *Phleum rhaeticum*, einem wichtigen Vertreter von Gebirgsrasen. Von anderen Arten aus dieser Gattung lässt sich *Phleum rhaeticum* durch die Grannenlänge der Hüllspelzen, diese macht max. 50 % der Hüllspelzenlänge aus, der basalen, bis zum unteren Drittel reichenden abstehenden Hüllspelzenbewimperung und der Länge der Antheren (1.0–2.3 mm) unterscheiden (FISCHER ET AL. 2008).



Abb. 4.2: Links: Die subalpinen Weiderasen werden extensiv durch stämmige, niederwüchsige Rinderrassen wie dem 'Tiroler Grauvieh' bewirtschaftet, welche perfekt an das durch zahlreiche Quellaustritte und Schuttfluren sehr heterogene Gelände angepasst sind. Rechts: *Cirsium spinosissimum* (Fotos: Marion Fink)

Diese artenreichen Alpweiden, die zahlreiche Arthropodengruppen beheimaten (Abb. 4.3), fügen sich in Standorte frischer, nährstoffreicher Krautsäume und Hochstaudenfluren ein, welche zum Teil von Bächlein mit mäßiger Fließgeschwindigkeit durchflossen werden.



Abb. 4.3 *Malacosoma alpicola* (Alpen-Ringelspinner) im Raupenstadium (links) und Gelege (rechts). Die Raupen ernähren sich von verschiedenen Rosaceae- Arten, Rumex-Arten und niederwüchsigen Sträuchern. Im Verlauf der Exkursion konnten die Tiere immer wieder auf kleinwüchsigen *Salix*-Arten (z.B. *Salix herbacea* im Rotmoostal) beobachtet werden.

Dies sind die Lebensräume von *Allium victorialis* (Abb. 4.4), einem charakteristischen Vertreter von Hochstaudenfluren über steinigen Standorten, *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium myrtillus*, *Peucedanum ostruthium*, *Epilobium angustifolium*, *Cirsium helenioides* und *Salix myrsinifolia*. Letztere ist eine Charakterart subalpiner Bachufergesellschaften und weist an der Laubblattunterseite eine bläuliche Wachsschicht auf, die in Richtung des Apex in eine grüne Spitze ausläuft.

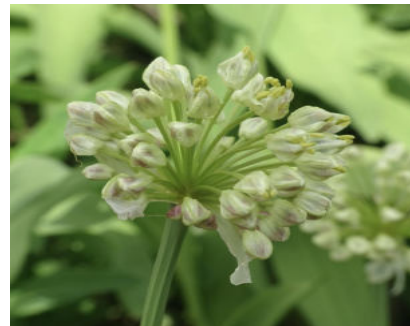
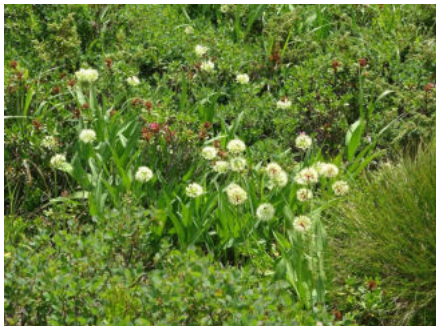


Abb. 4.4: *Allium victorialis* in seinem Lebensraum. Die Art fügt sich in Hochstaudenfluren und an krautreichen Standorten von Rasengesellschaften ein (Fotos: Marion Fink)

Der weitere Wegverlauf passiert einen **wasserzügigen Hang** (Abb. 4.5), dessen Bewuchs vor allem in den feuchten Runsen charakteristischerweise von *Alnus viridis* besiedelt wird. Diese Art ist dafür bekannt, dass sie in Symbiose mit stickstofffixierenden Bakterien aus dem *Frankia alni*-Komplex (grampositive, aerobe, filamentöse Bakterien) lebt. Vor allem an der Geländeoberkante mit wechselfeuchten Bodenverhältnissen gesellen finden sich Übergänge zu *Pinus mugo* Beständen und vereinzelt *Pinus cembra* Exemplaren. Im Unterwuchs dominieren *Calamagrostis* sp. und *Carex nigra*. Blühpflanzen wie *Pedicularis recutita* treten nur vereinzelt auf. An den seitlichen, etwas trockenfallenden Felsstufen am Fuße zum

Hangquellmoor geht die Vegetation in Zwergstrauchgesellschaften mit *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Rhododendron ferrugineum* und *Geranium sylvaticum* im Unterwuchs über.



Abb 4.5: *Alnus viridis* ist ein Zeiger für wasserzügige Standorte. Aufgrund der vielfältigen Geländemodellierung mit Felsstufen bestehen sehr heterogene Verhältnisse in Hinblick auf Hangneigung, Bodenmächtigkeit, Oberflächenwasser-Regime. Ein Mosaik vielfältiger Lebensräume und Pflanzengesellschaften ist die Folge.

Das **Hangquellmoor** (Abb. 4.6) am Fuße des wasserzügigen Hanges wird vor allem von *Carex nigra*, *Carex rostrata*, *Eriophorum angustifolium* und *Eriophorum vaginatum* (Abb. 10) dominiert. Darüber hinaus ist mit *Carex paupercula* eine weitere Art aus der Familie der *Cyperaceae* im Pflanzenverbund vergesellschaftet.



Abb 4.6 links: Das Hangquellmoor ist Lebensraum zahlreicher Spezialisten. Bereits aus der Ferne lassen sich ausgedehnte Wollgras-Bestände erkennen. rechts: Charakteristisches Merkmal von *Eriophorum vaginatum* sind die aufgeblasenen Blattscheiden (Fotos: Marion Fink)

Als Blühpflanzen finden sich in den Schlenken zwischen den *Sphagnum*-Pulten *Epilobium palustre* und *Viola palustris* (Abb. 4.7 links). Das Hangquellmoor ist der Lebensraum zahlreicher organischer Spezialisten, wie dem Braunfleckigen Perlmutterfalter (*Boloria selene*), dessen Raupen (Abb. 4.7 rechts) sich vornehmlich von *Viola palustris* ernähren.

An wechselfeuchten Standorten hingegen findet eine sporadische Besiedlung durch *Veronica alpina* statt.



Abb. 4.7: links: *Viola palustris* wächst am Standort in dichtgedängten Matten; rechts: Anmoorige Standorte bieten Lebensraum für zahlreiche Arthropodengruppen, wie hier *Boloria selene* (braunfleckiger Perlmutterfalter, Edelfalter, Nymphalidae) die sich während des Raupenstadiums vornehmlich von *Viola palustris* ernährt. (Fotos: Marion Fink)

Weiter bergan werden die Geländeflanken flächig von **Horst-Seggenrasen (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*, kurz *Semperviretum*)** besiedelt (Abb. 4.8), deren Bezeichnung auf die bestandsbildende Charakterart *Carex sempervirens* zurückzuführen ist. Der beobachtete Bestand an *Nardus stricta* in diesem Verbund ist auf Weidetätigkeit zurückzuführen. Neben der Dominanz an *Cyperaceae* sind am Untersuchungsstandort die Familie der *Juncaceae* mit *Luzula campestris* und *Luzula multiflora* und jene der *Poaceae* neben *Nardus stricta* mit *Avenella flexuosa* und *Festuca rubra* vertreten. Die Pflanzengesellschaft wird durch Blühpflanzen aus der Familie der *Orchidaceae* wie *Pseudorchis albida*, *Nigritella nigra*, *Coeloglossum viride* und der *Santalaceae* wie *Thesium alpinum* (einseitswendiger Blütenstand mit vierzipfeligen Einzelblüten) bereichert. Darüber hinaus kommen mit *Phyteuma hemisphaericum*, *Phyteuma betonicifolia* Vertreter aus der Familie der *Campanulaceae* vor. Auch finden sich im Übergangsbereich des untersuchten Lebensraums *Ranunculus aconitifolius* (an frischen Standorten, sowie an Quellflurstandorten und Bachrändern) und für Magerrasen typischen Arten wie *Achillea millefolium*, *Crepis aurea*, *Galium anisophyllum* (fadenförmiger Stängelgrund ≤ 1 mm \varnothing , Kronblattzipfel nicht grannenartig verlängert, Ränder der Laubblätter mit feinen Stachelchen) und *Lotus corniculatus*.

Die Pflanzengesellschaft des ***Seslerio-Caricetum sempervirentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 (*Semperviretum*, Blaugras-Horstseggenhalde)** ist der dominierende Rasentyp der alpinen Region in den Nord- und Zentralalpen an steilen Hängen zwischen etwa 1900 m NN und 2800 m NN (GRABHERR ET AL. 1993) und wird strukturell von der horstbildenden *Carex sempervirens* bestimmt, welche in der Regel im Verbund mit *Sesleria albicans* (=Synonym für *Sesleria caerulea*) gedeiht (REISIGL & KELLER 1987). ***Carex sempervirens* (Cyperaceae)**, eine verschiedenährige Seggenart mit kahlen Schläuchen und drei Narben, bildet bis zu 60

cm hohe, dichtwachsende Horste ohne bzw. mit kurzen Ausläufern aus. Kennzeichnend für die Art sind der gelbbraune Faserschopf an den Blattbasen, die endständig männliche Ähre und die aufrecht bleibenden, gestielten, weiblichen Ähren und die Deckblätter aller Blüten rot- bis schwarzbraun mit deutlichem Hautrand (FISCHER ET AL. 2008). ***Sesleria caerulea*** (*Poaceae*) ist eine ebenfalls horstbildende Art, mit ährigem, eiförmigem bis zylindrischem, schwarzviolett bis bläulich überlaufendem Blütenstand, deren Laubblätter apikal in eine kahnförmige Spitze auslaufen. Die Grannenlänge der mittleren Deckspelzen beträgt höchstens 0.5 mm (FISCHER ET AL. 2008). Beide Arten gelten durch ihre Wuchsform als schuttstabilisierende Pflanzenarten, die über ruhenden und mit Moränenmaterial verfüllten Gesteinsschutthalden ihr Habitat finden (GRABHERR ET AL. 1993). Die Böden, welche von dieser Gesellschaft besiedelt werden, variieren von mineralischen Rohböden bis hin zu humosem, tiefgründigem Untergrund. Entsprechend vielfältig ist die Begleitflora. Zwischen den markant ausgebildeten *Carex sempervirens* Horsten etablieren sich über flachgründigen, mineralischen Böden meist Rosettenpflanzen wie *Biscutella laevigata*, *Gentiana clusii* und *Globularia nudicaulis*, wohingegen tiefgründige Mergelböden von Hochschaftpflanzen wie *Phyteuma hemisphaericum*, *Phyteuma betonicifolia* besiedelt werden. Das *Semperviretum* im Alpenraum wird traditionsgemäß als Weidefläche für Schafe, Ziegen und Jungvieh genutzt, was an jenen Standorten zur floristischen Bereicherung mit Weidezeigern wie *Nardus stricta* führt. Von einer Mahd dieser Habitate wird aufgrund des geringen Futterwertes abgesehen, sodass für das Offenhalten der Flächen nur die Bestoßung mit genügsamen Nutztierassen (Abb. 15) in Frage kommt. Die Beweidung bedingt zwar in Summe eine Abundanzabnahme an Blühpflanzen, erhöht jedoch unter der Voraussetzung der extensiven Beweidung mit geländetauglichen Nutztierassen (Schwerpunkt auf Genügsamkeit und geringe Trittschäden) die organismische Artenvielfalt. Diese entwickelt sich aus dem Umstand des durch die Bestoßung generierten offenen Bodens, welcher Nischenhabitate für zahlreiche Organismengruppen bietet (DIETL 1982).



Abb. 4.8: Das alpine Steinschaf, eine autochthone Schafrasse des österreichischen Alpenraums, die perfekt an die Bedingungen der Hochgebirgsregion angepasst ist. (Foto: Marion Fink)

Die Exkursion führt im weiteren Verlauf vorbei an **Niedermooren** (Abb.4.9), die großflächig von *Trichophorum cespitosum* (Abb. 17), *Eriophorum vaginatum* und *sporadisch* von *Carex echinata* und *Bartsia alpina* besiedelt werden zur archäologischen Fundstätte 'Am Beilstein' (2117 m).



Abb. 4.9: links: Niedermoorgesellschaften nahe dem Beilstein. rechts: *Trichophorum cespitosum*, eine kalkmeidende Art nieder- und hochmooriger Standorte von Quellfluren.

Die Fundstätte 'Am Beilstein' (Abb. 4.10) ist eine der am besten untersuchten archäologischen Ausgrabungsstätten im Alpenraum. Sie liegt oberhalb der Gurgler Ache und in Sichtweite des Hangerer (Abb. 19).



Abb. 4.10: links: archäologische Fundstätte 'Am Beilstein'; rechts: Blick auf den Hangerer und dessen Blockgletscher am Wandfuß.

Gurgl bezeichnet einen 'strudelnden, gurgelnden Bach' (FINSTERWALDER 1990). Einst war Gurgl dem Gericht Passeier (Südtirol) einverleibt und wurde 1286 dem Gericht Petersberg (Höhenburg im Westen von Silz in Tirol, Inntal) unterstellt. Wie Funde von Pfeilspitzen aus Silex und von Holzkohle aus einer Feuerstelle am Beilstein belegen, geht der Einfluss des Menschen an diesem Ort auf etwa 9.000 Jahre vor heute zurück. Jungsteinzeitliche Jäger

und Sammler aus den Gebieten südlich des Alpenhauptkammes wie dem Vinschgau durchstreiften nach dem Abschmelzen der Gletscher auf der Suche nach jagdbarem Wild die Obergurgler Hochflächen und siedelten im Verlauf der folgenden Jahrtausende in diesem Gebiet. Eine Besiedlung aus dem Inntal war aufgrund des Bergsturzes von Längenfeld nicht möglich. Damit ist die Siedlungsgeschichte dieser Region viel älter, als dies aufgrund des Fundes des Mannes vom Hauslabjoch (dieser lebte etwa 5.500 vor heute) ursprünglich angenommen worden war. Auch ist anzunehmen, dass die Weideflächen in diesem Teil des Ötztals seit dem Ende der letzten Eiszeit bis heute entsprechend des anthropogenen Siedlungsverhaltens und der gehaltenen Nutzierrassen in unterschiedlicher Frequenz und Intensität genutzt worden waren. Freigelegte Brandhorizonte legen eine Weidenutzung um Obergurgl ab etwa 4500 v. Chr. nahe. Noch heute zeugen davon. Die erste Bausubstanz 'Am Beilstein' geht auf überbaute Mauerreste aus dem 12. Jahrhundert zurück. Die Nutzung des Standortes wurde um 1660 wieder aufgenommen und verfiel im weiteren Verlauf dann wieder. Heute zeugen lediglich einige fixierte Mauerreste von der ehemaligen Behausung, die bis in das 20. Jahrhundert als Wohn- und Heulagerstätte (Pille genannt) Verwendung fand. Ausgehend von der archäologischen Ausgrabungsstätte 'Am Beilstein' geht es über die Wege 9a und 37 zurück nach Obergurgl. Die Exkursion führt vorbei an **silikatisch beeinflussten Quellfluren**, dem potentiellen Standort für *Montia fontana*, mit den Zeigerarten *Saxifraga stellaris* und *Saxifraga aizoides* und an **niedermoorigen Standorten** mit *Carex nigra* (Abb. 20), *Carex rostrata* und *Dactylorhiza majalis* (Abb. 4.11).



Abb.4.11: links: *Carex nigra* an niedermoorigen Standorten; rechts: *Dactylorhiza majalis*

Vorbei an **Silikat-Blockhalden** und Weiderasen und Fettwiesen führt die Route zurück nach Obergurgl. Blockhalden, egal ob aus Kalk- oder silikatischem Gestein, bestehen aus Gesteinsbrocken ab einer Größe von 20 cm und entstanden zumeist durch physikalische Verwitterung (meist Frostsprengung) und anschließende Solifluktion. Hierbei wird das Geröll in langsamen Fließbewegungen talwärts in Blöcken und kleineren Sand- und Kiesfraktionen sortiert, welche zumeist unterhalb der Blockhalde zu finden sind. Aufgrund dieser

Entstehungsweise fehlt den Blockhalden ein Anteil feiner Gesteinsfraktionen, wodurch eine hohe Wasserdurchlässigkeit gegeben ist und je nach Dicke der Blockanhäufungen und der Größe der Hohlräume auch nur sehr geringe Mengen Humus gehalten werden können. Daher sind Blockhalden zumeist sehr artenarme Lebensräume und werden zumeist nur von Moosen und Flechten besiedelt, höhere Pflanzen kommen nur dort vor, wo sich ausgehend von Moospolstern und engen Ritzen Humus bilden oder durch Eintrag von außen (z.B. Lawinen) ansammeln konnte (Lüth, 1999)

Aufgrund der geringen Dicke der Blockauflage und der dichten Blocklagerung konnte sich bei der besuchten Silikat-Blockhalde ein üppiger Bewuchs aus überwiegend Farnen entwickeln. Die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft lässt auf eine unmittelbare Auflage der Blöcke auf einen wasserzügigen, leicht sauren Boden schließen. Die besiedelnde Pflanzengesellschaft ist eine unvollständige Rollfarnengesellschaft (*Cryptogrammetum crispae*), welche kleinflächig auf silikatischen Block- und Grobschutthalden der hochmontanen bis subalpinen Stufe der Zentralalpen vorkommt. Den überwiegenden Anteil des Bewuchses macht der namensgebende, sommergrüne Rollfarn, *Cryptogramma crispa* aus, erkennbar an den eingerollten Blatträndern der sporentragenden und uneingerollten sterilen Wedeln. In geringerem Vorkommen treten der für diese Gesellschaft typische konstante Begleiter *Athyrium distentifolia* sowie *Gymnocarpium dryopteris*, *Phegopteris connectilis*, *Polystichum lonchitis*, *Dryopteris carthusiana* und in weit geringerer Anzahl in größeren und tiefgründigeren Spalten *Dryopteris expansa* und *Dryopteris dilatata*. In den von kleineren Blöcken und höherem Humusanteil geprägten Randbereichen im Übergang zur umgebenden Weide traten außerdem Arten wie *Cerastium arvense*, *Euphrasia vulgaris* und *Rhinanthus glacialis* auf. Inselartig auf flachgründigen, konkurrenzarmen Standorten wächst *Sempervivum montanum*.

Alphabetische Artenliste des 8.7.2021 gegliedert nach Standorten:

Borstgrasrasen (*Nardion strictae* Br.-Bl. 1926)

Taxon	Familie
<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae
<i>Alchemilla vulgaris</i> aggr.	Rosaceae
<i>Alopecurus pratensis</i>	Poaceae
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Poaceae
<i>Carduus defloratus</i>	Asteraceae
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	Apiaceae
<i>Crepis aurea</i>	Asteraceae
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Poaceae
<i>Festuca rubra</i> aggr.	Poaceae
<i>Geranium sylvaticum</i>	Geraniaceae
<i>Geum montanum</i> (**)	Rosaceae
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae
<i>Myosotis alpestris</i>	Boraginaceae
<i>Nardus stricta</i> (*)	Poaceae
<i>Peucedanum ostruthium</i>	Apiaceae
<i>Phleum montanum</i>	Poaceae
<i>Poa supina</i>	Poaceae
<i>Potentilla aurea</i> (*)	Rosaceae
<i>Ranunculus acris</i>	Ranunculaceae
<i>Silene vulgaris</i>	Caryophyllaceae
<i>Trifolium pratense</i> subsp. <i>nivale</i>	Fabaceae
<i>Veronica chamaedrys</i>	Plantaginaceae

Kalkarme Schlagflur (*Epilobion angustifolii* (Rübel 1933) Soó 1933)

Taxon	Familie
<i>Allium victorialis</i>	Amaryllidaceae
<i>Cirsium helenioides</i>	Asteraceae
<i>Epilobium angustifolium</i> (*)	Onagraceae

Hangquellmoor

Taxon	Familie
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae
<i>Carex echinata</i>	Cyperaceae
<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae
<i>Carex paupercula</i>	Cyperaceae
<i>Carex rostrata</i>	Cyperaceae
<i>Epilobium palustre</i>	Onagraceae
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Cyperaceae
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Cyperaceae
<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae
<i>Trichophorum cespitosum</i>	Cyperaceae
<i>Veronica alpina</i>	Plantaginaceae
<i>Viola palustris</i>	Violaceae

Grünerlengebüsch (*Alnion viridis* Aichinger 1933 p.p.: *Alnenion viridis* Delarze et al. 1998)

Taxon	Familie
<i>Adenostyles alliariae</i> (*)	Asteraceae
<i>Alnus viridis</i> (**)	Betulaceae
<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>nana</i>	Cupressaceae
<i>Pedicularis recutita</i> (*)	Orobanchaceae
<i>Pinus cembra</i>	Pinaceae
<i>Pinus mugo</i>	Pinaceae
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Ericaceae
<i>Salix myrsinifolia</i>	Salicaceae
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Ericaceae

Horst-Seggenrasen (*Seslerio-Caricetum sempervirentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926)

Taxon	Familie
<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Poaceae
<i>Aster bellidiastrum</i>	Asteraceae
<i>Avenella flexuosa</i>	Poaceae
<i>Biscutella laevigata</i>	Brassicaceae
<i>Campanula barbata</i>	Campanulaceae
<i>Carex frigida</i>	Cyperaceae
<i>Carex sempervirens (**)</i>	Cyperaceae
<i>Carlina acaulis</i>	Asteraceae
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	Apiaceae
<i>Coeloglossum viride</i>	Orchidaceae
<i>Crepis aurea</i>	Asteraceae
<i>Festuca rubra</i>	Poaceae
<i>Galium anisophyllum</i>	Rubiaceae
<i>Geum montanum</i>	Rosaceae
<i>Gymnadenia conopsea</i>	Orchidaceae
<i>Juncus jacquinii</i>	Juncaceae
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae
<i>Luzula campestris</i>	Juncaceae
<i>Luzula luzuloides</i>	Juncaceae
<i>Luzula sudetica</i>	Juncaceae
<i>Nardus stricta</i>	Poaceae
<i>Nigritella nigra</i>	Orchidaceae
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	Campanulaceae
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	Campanulaceae
<i>Plantago maritima</i>	Plantaginaceae
<i>Pseudorchis albida</i>	Orchidaceae
<i>Rumex acetosa</i>	Polygonaceae
<i>Scoroneroides helvetica</i>	Asteraceae
<i>Sesleria caerulea</i>	Poaceae
<i>Silene vulgaris</i>	Caryophyllaceae
<i>Thesium alpinum</i>	Santalaceae
<i>Trifolium badium</i>	Fabaceae

Niedermoor und anmoorige Quellfluren in dessen Grenzbereich

Taxon	Familie
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae
<i>Carex echinata</i>	Cyperaceae
<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae
<i>Dactylorhiza majalis</i>	Orchidaceae
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Cyperaceae
<i>Montia fontana</i>	Montiaceae
<i>Pinguicula leptoceras</i>	Lentibulariaceae
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	Ranunculaceae
<i>Saxifraga aizoides</i>	Saxifragaceae
<i>Saxifraga stellaris</i>	Saxifragaceae
<i>Trichophorum cespitosum</i>	Cyperaceae
<i>Veronica alpina</i>	Veronicaceae

Verlandungszone alpiner Seeufer über Silikat

Taxon	Familie
<i>Carex rostrata</i>	Cyperaceae

Alpine Silikatschuttflur (<i>Androsacion alpinae</i> Br.-Bl. et Jenny 1926)	
Taxon	Familie
<i>Athyrium distentifolium</i> (*)	Athyriaceae
<i>Blechnum spicant</i>	Blechnaceae
<i>Cerastium arvense</i>	Caryophyllaceae
<i>Cryptogramma crispa</i> (**)	Pteridaceae
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Dryopteridaceae
<i>Dryopteris dilatata</i>	Dryopteridaceae
<i>Dryopteris expansa</i>	Dryopteridaceae
<i>Euphrasia vulgaris</i>	Orobanchaceae
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Cystopteridaceae
<i>Phegopteris connectilis</i>	Thelypteridaceae
<i>Polystichum lonchitis</i>	Dryopteridaceae
<i>Rhinanthus glacialis</i>	Orobanchaceae
<i>Sempervivum arachnoideum</i>	Crassulaceae
<i>Sempervivum montanum</i>	Crassulaceae
Kennzeichnung der Taxa entsprechend Delarze et al. 2015:	
(**) Charakterarten	
(*) im Lebensraum häufig vorkommende Arten	

Literatur:

- DELARZE, R., GONSETH, Y., EGGENBERG, S., VUST, M. 2015: Lebensräume der Schweiz. Ökologie, Gefährdung, Kennarten. Verlag Hep AG, CH-Bern. 456 pp.
- DIETL, W. 1982: Schafweiden im Alpsteingebiet (Ostschweizer Kalkalpen). Ber. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, Zürich, 49: 108–117.
- FINSTERWALDER, K. 1990: Tiroler Ortsnamenkunde II. Gesammelte Aufsätze und Arbeiten. Hrsg.: H. Ölberg und N. Grass. Schlern-Schriften. A-Innsbruck. 286 p.
- FISCHER, M. A., OSWALD, K. & ADLER, W. 2008: Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, A-Linz. 1392 p.
- GRABHERR, G. & MUCINA, L. (Hsg.) 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Gustav Fischer Verlag. D-Jena. 523
- JARITZ, G. 2014: Seltene Nutztiere der Alpen, 7000 Jahre geprägte Kulturlandschaften. Verlag Anton Pustet, A-Salzburg. 335 pp.
- REISIGL, H. & KELLER, R. 1987: Alpenpflanzen im Lebensraum. Alpine Rasen, Schutt- und Felsvegetation. Gustav Fischer Verlag, D-Stuttgart.
- Lüth, M. 1999, Der Rohrhardsberg, Kapitel 'Felsen, Blockhalden und Steinblöcke als natürliche Landschaftselemente' Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher

Quellfluren der subalpinen und alpinen Stufe

(von Alexander Kiessling)

Quellfluren sind dadurch gekennzeichnet, dass zumindest während einer vorübergehenden Periode im Jahr ein Quellaustritt vorhanden ist. Diese Standorte sind daher stark von Wassereinfluss geprägt. Sie sind meist nicht besonders artenreich, dafür kommen aber einige bedeutende Charakterarten vor. Grundsätzlich können Quellfluren anhand des Substrates in kalkreiche oder silikatische Ausprägungen unterschieden werden. Es kommt jedoch auch zu Überschneidungen, wo kalkhaltige und silikatische Gesteine aufeinander treffen. In seltenen Fällen kommt es in kalkreichen Quellfluren auch zur Ausbildung von Tuff (EU-Lebensraum 7220), dies aber eher in tieferen Lagen bis in die montane Stufe.

Kalkreiche Quellfluren wurden bereits 1928 von M. Koch beschrieben. Das Wasser ist durch konstant kalte Temperaturen zwischen 5 und 8 °C gekennzeichnet. Es ist karbonatreich und sauerstoffgesättigt. Der pH-Wert liegt meist zwischen 6 und 7,6. Pflanzen an diesen Standorten müssen meist mit geringer Bodenmächtigkeit zurecht kommen. Typisch sind hier Moose der Gattung *Cratoneuron*, die auch für die Charakterisierung der Subverbände verantwortlich sind (*Cratoneuron commutatum* und *Cratoneuron filiformis*). Unter den Gefäßpflanzen finden sich z.B. *Arabis soyeri* subsp. *subcoriacea*, *Saxifraga aizoides*, *Epilobium alsinifolium*, *Pinguicula* spp. oder *Deschampsia cespitosa*.

Silikatreiche Quellfluren finden sich fast ausschließlich in den Zentralalpen. Sie sind oft unbeschattet und durch dunkle Moospolster gekennzeichnet. Die hohe UV-Strahlung kann dann zur Erwärmung des Wassers führen und Schwankungen zwischen 3 und 20 °C bewirken. Die Schüttung ist oft gering und der pH-Wert liegt zwischen 4 und 6,8. Eine recht seltene Art, die bis in die subalpine Stufe vorkommt und typisch für basenarme Quellstandorte zu sein scheint, ist *Montia fontana* (Gegenblättriges Milzkraut). Neben Moosen wie *Brachythecium rivulare* (Bach-Kurzbüchsenmoos) sind auch einige Gefäßpflanzen für diese Quellfluren charakteristisch z.B. *Saxifraga stellaris*, *Saxifraga aizoides*, *Cardamine amara*, *Epilobium nutans*, *Veronica beccabunga* oder *Ranunculus repens*.

Oft sind solche **Quellstandorte vergesellschaftet** mit Gemeinschaften der Niedermoore auf Kalk (Caricion davallianae mit *Carex davalliana*), Niedermoore auf Silikat (Caricion fuscae mit *Carex nigra*) und Sümpfen (Calthion mit *Caltha palustris*). Wenn sich Gebirgsbach-Alluvionen einstellen, dann kommt es oft auch zum fließenden Übergang zur Gesellschaft des Caricion bicoloris-atrofuscae (EU-Lebensraum 7240*) mit *Carex bicolor*.

Gefährdung dieser Standorte geht oft von Stauungen, Quellfassungen oder Beweidung (Eutrophierung und Erosion) aus. Daher werden typische Quellfluren von der IUCN auch als stark gefährdet eingestuft (CR). Aufgrund der sehr langen Regenerationszeit dieser Standorte kommt ihnen auch eine hohe Priorität zu.

Tag 5 - Freitag 09.07. 2021

(Matyas Nekola und Alexander Huber)

The fifth day, the last day of our excursion, we went into Rotmoos valley. To take a look at the succession after the retreating glacier. We started from our university center in Obergurgl. Then we moved to the start of the valley where our excursion began.

First we took a break at the reservoir, which is needed for producing snow in the winter, where Markus told us about the influence of humans on alpine ecosystems.

The second stop was at the bog, which is eponymous for the valley, that formed at the beginning of the valley. There we looked at the soil profile, learned a bit about the history of the valley (ancient as well as recent) and emphasized important bog species.

Bog

Bog profile

On one side of the valley, the bog was washed away in the end of the 18. century by the stream flowing through the valley. That revealed the full bog profile, so we had a chance to look into the entire history of the bog.

At the bottom is a base layer made from the stone debris. That was left behind after melting of the glacier, after the last ice age which ended roughly ten thousand years before present. Above that is a layer made of the death bog plant biomass. Approximately in the middle of the profile is found a grey layer consisting of mud and stones. This layer was made by landslide(s). Second topmost layer again consisted of death bog plant biomass, but in this layer can but also found and recognized branches and other remains of tree matter. Species of the trees was determined as *Betula* and *Acer* but later they found out that it was *Alnus alnobetula*. This finding seems a little bit puzzling, because right now all adjacent areas of the bog and valley are treeless but the explanation is quite easy. Before the humans and their large impact it is estimated that the treeline was quite higher up to the height of 2500

meters above sea level. And the last upper layer is a current bog plant cover.

In the little Ice Age, from 1300 - 1800 A.C. the people of the valley used the sedge-turf for soil improvement of the pasture meadows and for heating.



Abb 5.1: Shows photo of bog profile with labeled layers. Photo: Matyas Nekola

Bog plants

This cover is mostly composed by the species from the family of Cyperaceae. Most abundant was *Carex nigra*, *Trichophorum cespitosum* and *Eriophorum angustifolium* which are typical bog species. At the bog we also found species indicating pasture like *Nardus stricta* and *Deschampsia cespitosa*. It's a low-level bog so we couldn't find *Sphagnum* sp., which occurs mainly in high-level bogs.

List of the Species in the bog		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae	Beweidungszeiger
<i>Salix helvetica</i>	Salicaceae	
<i>Trichophorum cespitosum</i>	Cyperaceae	zeigen junges Moor an
<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae	
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Cyperaceae	kahler Blütenstandstiel
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae	Quellfluren auf Silikat

<i>Oxyria digyna</i>	Polygonaceae	Pionier
<i>Nardus stricta</i>	Poaceae	Beweidungszeiger
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	Beweidungszeiger
<i>Pyrola sp.</i>	Ericaceae	

Bog History

Pau told us horrific stories about the doings of the owner of the area in the nature park in the last 15 years. They tried to dig a reservoir for snowmaking without permission. Some researchers caught them before they could start but the persons in power never faced consequences. This shows the huge influence and power of the owners who are also the stakeholders of some ski lifts and hotels.

Gletschervorfelder

Then we continued deeper into the valley to look at the primary succession after the retreating glacier.

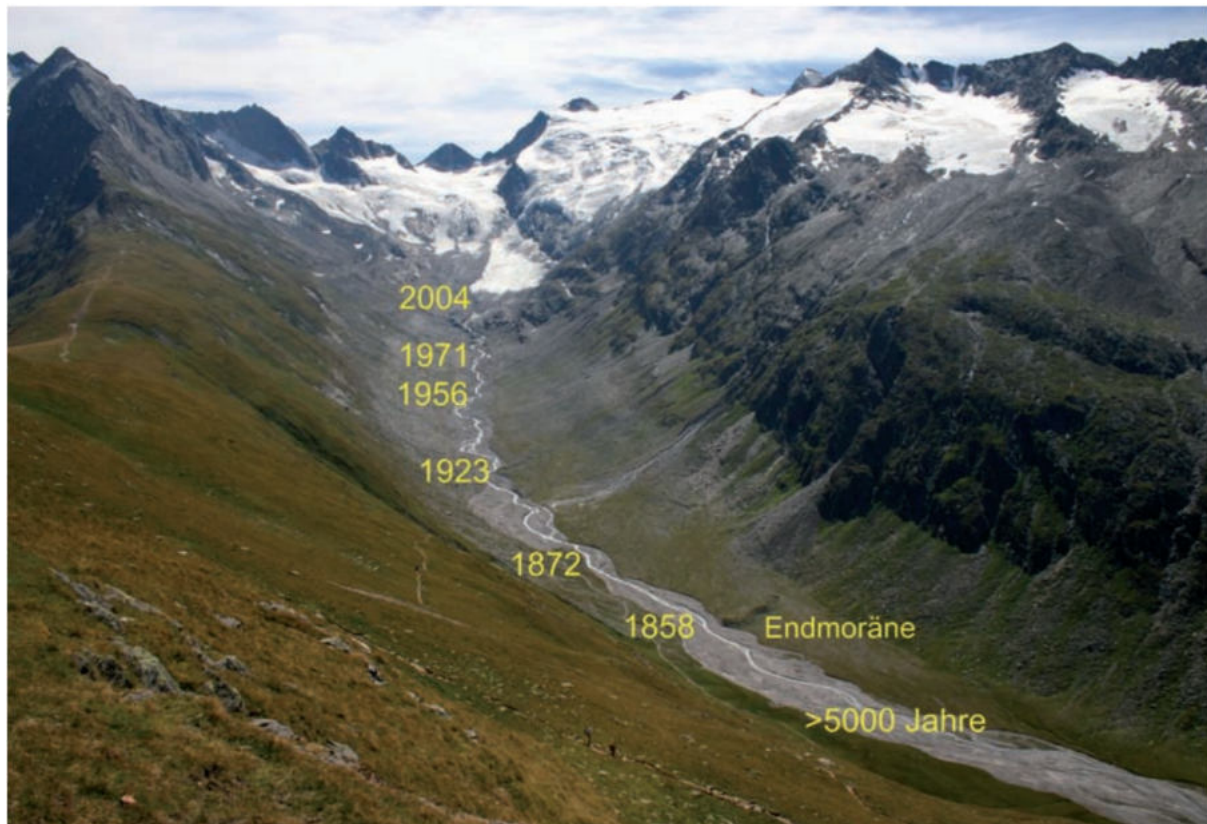


Abb 5.2: Shows Rotmoos valley with marked retreat of the glacier after the small ice age. Taken from "Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl"

We proceeded almost to the foot of the glacier, to the places which are glacier free for only a few years. At that point we turned around and observed the progress of the succession, from recently ice free areas, up to the end moraine, where the glacier was last around the year 1858, which was the time of the end of the small ice age. The retreat of the glacier is shown in the 2nd picture. On the way we made stops at the permanent plots, which are there to document the changes of the vegetation throughout the time.

First stop was at a place which was roughly 20 years ice free. Most of the land was bare, filled with stones of different sizes up to sand and even smaller particles. And only occasionally in between stones grew small plants. Lichens and mosses were an important part of the flora there, for example lichen *Stereocaulon alpinum* and moss *Polytrichum norvegicum*. From plant species we found only pioneer species and also species from nival level like *Saxifraga oppositifolia*. Also we witnessed that the fastest colonization occurred in small streams (not the one coming from the glacier), but this colonization isn't contributing

much to the colonization.

Species		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifragaceae	
<i>Saxifraga aizoides</i>	Saxifragaceae	gelbblütig
<i>Artemisia genipi</i>	Asteraceae	weniger eingeschnittene Blätter als <i>A. umbelliformes</i>
<i>Arabis coerulea</i>	Brassicaceae	blaublütig
<i>Antennaria dioica</i>	Asteraceae	
<i>Sibbaldia procumbens</i>	Rosaceae	
<i>Poa alpina</i>	Poaceae	wenig verzweigter Blütenstand
<i>Geum reptans</i>	Rosaceae	
<i>Draba hoppeana</i>	Brassicaceae	Größe der Blüte ausschlaggebend
<i>Linaria alpina</i>	Plantaginaceae	
<i>Hornungia alpina</i>	Brassicaceae	Schötchen!
<i>Polytrichum norvegicum</i>	Polytrichaceae	Moos
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	keine echte Bedeutung für Besiedelung
<i>Tussilago farfara</i>	Asteraceae	keine echte Bedeutung für Besiedelung

Then as we went back we met more species:

Species		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Saxifraga exarata</i>	Saxifragaceae	
<i>Cerastium uniflorum</i>	Caryophyllaceae	
<i>Sedum alpestre</i>	Crassulaceae	
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	Grimmiaceae	Moos, wichtig für Besiedelung
<i>Gnaphalium hoppeanum</i>	Asteraceae	

After all this species we arrived at the first permanent plot. The valley at this place is free from the glacier from 1970, that means vegetation had 50 to develop. In comparison with the previous stop, plant cover has risen and some species stayed the same (for example *Stereocaulon alpinum*, which also covers wider space than at the first stop) but also new species.

Species		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Artemisia genipi</i>	Asteraceae	
<i>Sedum alpestre</i>	Crassulaceae	
<i>Linaria alpina</i>	Plantaginaceae	tendenziell auf Kalk
<i>Poa alpina</i>	Poaceae	
<i>Silene exscapa</i>	Caryophyllaceae	
<i>Trifolium pallescens</i>	Fabaceae	
<i>Festuca halleri</i>	Poaceae	
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae	
<i>Stereocaulon alpinum</i>		

Here we also met Prof. Brigitta Erschbamer and she told us about the plot, temperature and alpine species and their distribution. They have observed this plot since 2002 and come annually.

The factor aridity is very important for the plant distribution in this area and it prevents these areas from being colonized fast. Most alpine plant seeds are anemochorous.

The last thing she told us was that she assumpt that *Taraxacum* and *Leontodon* were introduced by humans and that the horse manure didn't introduce new meadow species.

Next plot was from the year 1950 ice free, so 70 years of development. So it wasn't surprising to find some bigger bushes of different *Salix* species.

Species		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Persicaria vivipara</i>	Polygonaceae	
<i>Salix reticulata</i>	Salicaceae	wollig behaart, kriechend
<i>Salix herbacea</i>	Salicaceae	kriechend
<i>Salix retusa</i>	Salicaceae	kriechend
<i>Salix helvetica</i>	Salicaceae	> 30cm groß
<i>Salix glaucosericea</i>	Salicaceae	> 30cm groß
<i>Kobresia myosuroides</i>	Cyperaceae	bildet erste Rasen in Sukzession
<i>Festuca halleri</i>	Poaceae	
<i>Botrychium lunaria</i>	Ophioglossaceae	
<i>Astragalus alpinus</i>	Fabaceae	
<i>Arabis alpina</i>	Brassicaceae	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	
<i>Luzula spicata</i>	Poaceae	
<i>Saxifraga paniculata</i>	Saxifragaceae	
<i>Huperzia selago</i>	Lycopodiaceae	
<i>Pinguicula alpina</i>	Lentibulariaceae	
<i>Arabis soyeri</i>	Brassicaceae	
<i>Sempervivum montanum</i>	Crassulaceae	

At the plot at endmoraine (1858) we found, beside the *Salix* species, two more species. After this endmoraine the vegetation gets more and more dense.

Species		
Art	Familie	besondere Merkmale
<i>Asplenium viride</i>	Aspleniaceae	
<i>Sedum atratum</i>	Crassulaceae	

Nacktriedrasen (Elynetum)

Steile, trockene, windexponierte Hänge sind der typische Standort für Nacktriedrasen. Sie kommen auf Silikat und Kalk vor. Die Böden sind neutral bis schwach sauer mit einem gewissen Feinerdegehalt. Durch den fehlenden Schneeschutz kommt es zur einer erhöhten Verdunstung und viel Tau. Die Tiefsttemperaturen sind sehr niedrig und die dort vorkommenden Pflanzen müssen außerordentlich frosthart sein. In Island und Norwegen kommen großflächige Bestände vor und das meistens auf windexponierten Flächen die schneefrei sind (Ellenberg & Leuschner 2010)

Das Elynetum kommt in den großen Massiven der West- und Ostalpen vor. Südlich des Alpenhauptkammes sind wenige Funde bekannt. Doch nördlich davon treten sie auf nicht reinen kieselhaltigen Karbonaten auf (Grabherr 1993)

Im Nacktriedrasen dominiert überall *Kobresia myosuroides* (Nacktried), ein hartstängeliger, horstbildender, leuchtend brauner Vertreter der Cyperaceae. Konstante Begleiter des Elynetums sind *Silene acaulis* (Stängellose Lichtnelke), *Cetraria islandica* (Isländisch Moos) und *Flavocetraria nivalis* (Schneeflechte). Nagl & Erschbamer (2010) empfehlen eine Einteilung der Nacktriedrasen nach der Entwicklung bzw. der Reife der Böden. Auf neutralen Böden wachsen hauptsächlich Gräser, die dicht geschlossene Bestände bilden. Außer *K. myosuroides* sind hier oft auch *Festuca pumila* (Niedriger Schwingel) und *Carex rupestris* (Felsen-Segge) anzutreffen. Andere Arten die auf neutralem Böden wachsen sind *Persicaria vivipara* (Knöllchen Knöterich), *Minuartia gerardii* (Alpen-Frühlings-Miere), *Silene acaulis* agg., *Agrostis alpina* (Alpen-Straußgras), *Astragalus australis* (Südlicher Tragant) und *Gagea serotina* (Später Faltenlilie). Auf Böden mit geringer Bodenreife, also wenig entwickelten Böden, trifft man neben *K. myosuroides* auch auf *Salix serpylliifolia* (Quendelblättrige Zwergweide) und *Festuca pumila*. Humusakkumulation und oberflächliche Versauerung sind typisch für weit entwickelte Böden mit *K. myosuroides* und Säurezeigern, wie zum Beispiel *Agrostis rupestris* (Felsen-Straußgras), *Veronica bellidioides* (Gänseblümchen- Ehrenpreis), *Carex curvula* (Krumm-Segge), *Juncus trifidus* (Dreiblatt-Binse), *Phyteuma hemisphaericum* (Halbkugelige Teufelskrallen) und *Leucanthemopsis alpina* (Alpen-Margerite) (Nagl & Erschbamer 2010).

Literatur:

Ellenberg, H. & Leuschner C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 6. Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart.

Nagl, F. & Erschbamer, B. (2010): Pflanzliche Sukzession im Gletschervorfeld. In: Koch, E.-M. & Erschbamer, B. (Hrsg.) Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck.

Grabherr, G. (1993): Carici rupestris-Kobresietea bellardii. In: Grabherr, G. & Mucina, L. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III: Natürliche waldfreie Vegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York.

Appendix - Gesamtartenliste

Art	Familie	Lebensraum
<i>Alopecurus pratensis</i>	Poaceae	Fettwiese
<i>Achillea moschata</i>	Asteraceae	Zwergstrauchheide
<i>Agrostis rupestris</i>	Poaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Ajuga pyramidalis</i>	Lamiaceae	Waldunterwuchs (Zirbenwald)
<i>Alectoria ochroleuca</i>	Parmeliaceae	Nivale Krumm-Seggen-Rasen
<i>Androsace alpina</i>	Primulaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Androsace obtusifolia</i>	Primulaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Antennaria dioica</i>	Asteraceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Anthelia juratzkana</i>	Antheliaceae	Schneeböden, Krumm-Seggen-Rasen (nivale Stufe)
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Poaceae	Krumm-Seggen-Rasen, Zwergstrauchheiden
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Poaceae	Krumm-Seggen-Rasen, Zwergstrauchheiden
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Fabaceae	Zwergstrauchheide

<i>Arabis alpina</i>	Brassicaceae	Felsschutt, Gletschervorfeld
<i>Arabis caerulea</i>	Brassicaceae	Felsschutt, Gletschervorfeld
<i>Arabis soyeri</i>	Brassicaceae	kalkreiche Quellfluren
<i>Arabis subkoreacea</i>	Brassicaceae	Gletschervorfeld
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Ericaceae	Zwergstrauchheide
<i>Arenaria biflora</i>	Caryophyllaceae	Schneeböden, alpine Rasen
<i>Arnica montana</i>	Asteraceae	Waldrand
<i>Artemisia genipi</i>	Asteraceae	Gletschervorfeld
<i>Artemisia umbelliformis</i>	Asteraceae	Seitenmoräne/Gletschervorfeld
<i>Asplenium viride</i>	Aspleniaceae	Felsspalten
<i>Astragalus alpinus</i>	Fabaceae	Steinige Hänge, Felsschutt
<i>Athyrium filix-femina</i>	Dryopteridaceae	Waldsaum/Lichtung
<i>Atocion rupestre</i>	Caryophyllaceae	Zwergstrauchheide, Waldunterwuchs (Zirbenwald)
<i>Avenella flexuosa</i>	Poaceae	
<i>Avenula versicolor</i>	Poaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae	Schneeböden, Moor
<i>Botrychium lunaria</i>	Ophioglossaceae	Zwergstrauchheide
<i>Calamagrostis villosa</i>	Poaceae	Zirbenwald, Zwergstrauchheide
<i>Calluna vulgaris</i>	Ericaceae	Zwergstrauchheide, Waldunterwuchs (Zirbenwald), Moor
<i>Campanula barbata</i>	Campanulaceae	Waldrand, Zwergstrauchheide
<i>Cardamine resedifolia</i>	Brassicaceae	Nivale Krumm-Seggen-Rasen, Schneeböden

<i>Carex curvula</i>	Cyperaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae	feuchte/nasse Standorte, Moore
<i>Carex paupercula</i>	Cyperaceae	Moore
<i>Carex sempervirens</i>	Cyperaceae	Horst-Seggen-Rasen, Zwergstrauchheide
<i>Cerastium alpestris</i>	Caryophyllaceae	Zwergstrauchheide
<i>Cerastium cerastoides</i>	Caryophyllaceae	alpine Hänge
<i>Cerastium uniflorum</i>	Caryophyllaceae	alpine/nivale Rasen
<i>Cetraria islandica</i>	Parmeliaceae	Krumm-Seggen-Rasen, Zwergstrauchheiden
<i>Cirsium spinosissimum</i>	Asteraceae	alpine Rasen und Waldrand
<i>Cladonia rangiferina</i>	Cladoniaceae	Krumm-Seggen-Rasen, Zirbenwald
<i>Cladonia stellaris</i>	Cladoniaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	Rosaceae	Zwergstrauchheide
<i>Cryptogramma crispa</i>	Pteridaceae	Zwergstrauchheide
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae	Weiderasen
<i>Draba fladnizensis</i>	Brassicaceae	nivale Felsstandorte
<i>Draba hoppeana</i>	Brassicaceae	Gletschervorfeld, alpine Felsstandorte
<i>Dryopteris expansa</i>	Dryopteridaceae	Silikat-Blockhalden, Waldrand
<i>Empetrum nigrum</i>	Ericaceae	Zwergstrauchheiden, Moore
<i>Epilobium angustifolium</i>	Onagraceae	Hochstaudenfluren
<i>Erigeron uniflorus</i>	Asteraceae	Zwergstrauchheiden,

		Krumm-Seggen-Rasen
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Cyperaceae	Moore
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Cyperaceae	Moore
<i>Festuca halleri</i>	Poaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Festuca ovina</i> agg.	Poaceae	Zwergstrauchheide
<i>Festuca rubra</i>	Poaceae	Zwergstrauchheide, Horst-Seggen-Rasen
<i>Festuca rubra</i> agg.	Poaceae	Zwergstrauchheide, Horst-Seggen-Rasen
<i>Festuca rupestris</i>	Poaceae	Zwergstrauchheide
<i>Flavocetraria cucullata</i>	Parmeliaceae	Nacktried-Rasen, Krumm-Seggen-Rasen
<i>Flavocetraria nivalis</i>	Parmeliaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Galium anisophyllum</i>	Rubiaceae	Zwergstrauchheide
<i>Gentiana bavarica</i>	Gentianaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Gentiana punctata</i>	Gentianaceae	alpine/nivale Rasen
<i>Gentiana verna</i>	Gentianaceae	Steinige Hänge
<i>Geum montanum</i>	Rosaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Geum reptans</i>	Rosaceae	alpine Krumm-Seggen-Rasen
<i>Gnaphalium hoppeanum</i>	Asteraceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Gnaphalium supinum</i>	Asteraceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Hedysarum hedysaroides</i>	Fabaceae	Steile Krumm-Seggen-Rasen
<i>Helianthemum nummularium</i>	Cistaceae	Zwergstrauchheide
<i>Hieracium alpinum</i>	Asteraceae	Waldrand

<i>Hieracium pilosella</i>	Asteraceae	Zirbenwald
<i>Homogyne alpina</i>	Asteraceae	subalpiner Wald, alpine Rasen
<i>Hornungia alpina</i>	Brassicaceae	felsige alpine Standorte
<i>Huperzia selago</i>	Lycopodiaceae	felsige alpine Standorte
<i>Hypochaeris uniflora</i>	Asteraceae	Zwergstrauchheide
<i>Juncus jacquinii</i>	Juncaceae	Zwergstrauchheide
<i>Juncus trifidus</i>	Juncaceae	Zwergstrauchheide, windexponierte Rasen
<i>Juniperus communis</i>	Cupressaceae	Zwergstrauchheide, Hochstaudenfluren
<i>Juniperus nana</i>	Cupressaceae	Zwergstrauchheide, Hochstaudenfluren
<i>Knautia dipsacifolia</i>	Dipsacaceae	Zwergstrauchheide
<i>Kobresia myosuroides</i>	Cyperaceae	alpine Rasen
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae	alpine Rasen
<i>Letharia vulpina</i>	Parmeliaceae	Zirbenwald
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Asteraceae	Krumm-Seggen-Rasen, Schneeböden
<i>Linaria alpina</i>	Plantaginaceae	Gletschervorfeld
<i>Lloydia serotina</i>	Liliaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Loiseleuria procumbens</i>	Ericaceae	Windexponierte alpine Standorte
<i>Lonicera caerulea</i>	Caprifoliaceae	Zirbenwald
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	Zwergstrauchheide
<i>Luzula alpina</i>	Juncaceae	Steile Krumm-Seggen-Rasen
<i>Luzula alpinopilosa</i>	Juncaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Luzula campestris</i>	Juncaceae	montane/alpine Rasen

<i>Luzula lutea</i>	Juncaceae	Krumm-Seggen-Rasen, Zwergstrauchheiden
<i>Luzula luzuloides</i>	Juncaceae	Zwergstrauchheide, Zirbenwald
<i>Luzula spicata</i>	Poaceae	Gletschervorfeld, nivale Rasen
<i>Luzula sylvatica</i>	Juncaceae	Waldunterwuchs (Zirbenwald)
<i>Lycopodium annotinum</i>	Lycopodiaceae	Waldunterwuchs, Zwergstrauchheide
<i>Melampyrum pratense</i>	Orobanchaceae	Waldunterwuchs
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Orobanchaceae	Waldunterwuchs
<i>Minuartia sedoides</i>	Caryophyllaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae	frische Krumm-Seggen-Rasen
<i>Myosotis alpestris</i>	Boraginaceae	Steile Krumm-Seggen-Rasen
<i>Nardus stricta</i>	Poaceae	alpine Weiderasen
<i>Oreolochea disticha</i>	Poaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Oxalis acetosella</i>	Oxalidaceae	Waldsaum/Lichtung
<i>Oxyria digyna</i>	Polygonaceae	feuchte alpine Standorte
<i>Pedicularis rostratocapitata</i>	Orobanchaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Pedicularis tuberosa</i>	Orobanchaceae	Zwergstrauchheide, Waldunterwuchs
<i>Persicaria vivipara</i>	Polygonaceae	Nacktriedrasen
<i>Peucedanum ostruthium</i>	Apiaceae	Waldrand
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	Campanulaceae	Horst-Seggen-Rasen, Krumm-Seggen-Rasen

<i>Phyteuma orbiculare</i>	Campanulaceae	Waldrand/Versumpfungsmoor
<i>Pinguicula alpina</i>	Lentibulariaceae	Quellfluren
<i>Pinus cembra</i>	Pinaceae	Waldgrenze
<i>Poa alpina</i>	Poaceae	alpine Rasen
<i>Poa chaixii</i>	Poaceae	Zwergstrauchheide
<i>Poa laxa</i>	Poaceae	nivale Standorte
<i>Poa supina</i>	Poaceae	Waldgrenze, alpine Weiderasen
<i>Polytrichum norvegicum</i>	Polytrichaceae	Moore, Schneeböden
<i>Potentilla aurea</i>	Rosaceae	Krumm-Seggen-Rasen, Schneeböden
<i>Potentilla erecta</i>	Rosaceae	Waldrand, Zwergstrauchheide
<i>Potentilla frigida</i>	Rosaceae	alpine bis nivale Rasen
<i>Primula glutinosa</i>	Primulaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Primula hirsuta</i>	Primulaceae	Zwergstrauchheide
<i>Pseudorchis alba</i>	Orchidaceae	Zwergstrauchheide, Waldunterwuchs
<i>Pyrola sp.</i>	Ericaceae	Moor
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	Grimmiaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Racomitrium sp</i>	Grimmiaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Ranunculus glacialis</i>	Ranunculaceae	nivale Rasenfragmente
<i>Ranunculus kuepferi</i>	Ranunculaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Ranunculus montanus</i>	Ranunculaceae	steile alpine Rasen
<i>Ranunculus platanifolius</i>	Ranunculaceae	Zwergstrauchheide

<i>Ranunculus villarsii</i>	Ranunculaceae	Zwergstrauchheide
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Rhizocarpaceae	frische Krumm-Seggen-Rasen
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Ericaceae	Zwergstrauchheide
<i>Ribes alpinum</i>	Grossulariaceae	Waldsaum/Lichtung
<i>Ribes petraeum</i>	Grossulariaceae	Zwergstrauchheide
<i>Rosa pendulina</i>	Rosaceae	Zwergstrauchheide
<i>Rumex acetosa</i>	Polygonaceae	Fettwiese
<i>Rumex alpinus</i>	Polygonaceae	Fettwiese
<i>Salix glaucosericea</i>	Salicaceae	Gletschervorfeld
<i>Salix herbaceae</i>	Salicaceae	Schneeböden
<i>Salix myrsinifolia</i>	Salicaceae	Waldsaum/Lichtung, Hochstaudenfluren
<i>Salix reticulata</i>	Salicaceae	Seitenmoräne/Gletschervorfeld
<i>Salix retusa</i>	Salicaceae	Gletschervorfeld
<i>Salix serpyllifolia</i>	Salicaceae	Seitenmoräne/Gletschervorfeld
<i>Saxifraga aizoides</i>	Saxifragaceae	Quellfluren
<i>Saxifraga androsacea</i>	Saxifragaceae	steile Rasen
<i>Saxifraga bryoides</i>	Saxifragaceae	nivale Rasenfragmente
<i>Saxifraga exarata</i>	Saxifragaceae	Zwergstrauchheide, steile Rasen
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Saxifragaceae	Gletschervorfeld, nivale Rasen
<i>Saxifraga paniculata</i>	Saxifragaceae	Seitenmoräne/Gletschervorfeld

<i>Scorzoneroidea helvetica</i>	Asteraceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Sedum alpestre</i>	Crassulaceae	Krumm-Seggen-Rasen, Gletschervorfeld
<i>Sedum atratum</i>	Crassulaceae	Endmoräne/Gletschervorfeld
<i>Selaginella selaginoides</i>	Selaginellaceae	Zwergstrauchheide, Krumm-Seggen-Rasen
<i>Sempervivum montanum</i>	Crassulaceae	Waldunterwuchs (Zirbenwald)
<i>Senecio abrotanifolius</i>	Asteraceae	Zwergstrauchheide
<i>Senecio carniolicus</i>	Asteraceae	Zwergstrauchheide
<i>Sibbaldia procumbens</i>	Rosaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Silene exscapa</i>	Caryophyllaceae	Krumm-Seggen-Rasen (bis in nivale Stufe)
<i>Silene vulgaris</i>	Caryophyllaceae	Waldrand
<i>Soldanella pusilla</i>	Primulaceae	Schneeböden
<i>Solorina crocea</i>		Schneeböden, nivale Rasenfragmente
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rosaceae	Zirbenwald
<i>Sphagnum sp.</i>	Sphagnaceae	Moore
<i>Stereocaulon alpinum</i>	Grimminaceae	Seitenmoräne/Gletschervorfeld
<i>Taraxacum alpinum</i> <i>agg.</i>	Asteraceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Thamnolia vermicularis</i>	Ichmadophilaceae	Krumm-Seggen-Rasen
<i>Thesium alpinum</i>	Santalaceae	Horst-Seggen-Rasen
<i>Trichophorum cespitosum</i>	Cyperaceae	Moor
<i>Trifolium alpinum</i>	Fabaceae	Waldrand

<i>Trifolium pallescens</i>	Fabaceae	Gletschervorfeld
<i>Trifolium pubescens</i>	Fabaceae	Seitenmoräne/Gletschervorfeld
<i>Tussilago farfara</i>	Asteraceae	feuchte alpine Standorte
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Ericaceae	Zwergstrauchheide/Waldunterwuchs
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Ericaceae	Zwergstrauchheide
<i>Vaccinium vitis-idea</i>	Ericaceae	Zwergstrauchheide
<i>Veronica bellidioides</i>	Antirrhinaceae	Nacktriedrasen
<i>Veronica fruticans</i>	Antirrhinaceae	Waldunterwuchs