



Lehrveranstaltung 717.044 „Exkursion: Diversität ausgewählter Lebensräume im In- und Ausland“

Leitung: Univ.-Prof. Dr. Erschbamer Brigitta

TeilnehmerInnen:

Bär Andreas

Blaas Kathrin

Braunegger Lisa

Gössinger, Stefanie

Gruber Karla

Guttmann Martin

Hechenblaickner Brigitte

Schiffmann Florian

Schiplinger Mirjam

Turner Isabella

Gäste:

Margreiter Vera

Stix Senta

Obergurgl - Bericht



© Florian Schiffmann

6. bis 10. Juli 2015

INHALT

1	EINLEITUNG.....	1
1.1	Exkursionsgebiet Obergurgl	1
1.2	Alpine Forschungsstelle Obergurgl.....	1
1.3	Naturpark Ötztal	1
1.4	Geologie und Geomorphologie	1
1.5	Klima	2
2	TAGESPROTOKOLLE	3
2.1	Montag, 06.07.2015.....	3
2.1.1	Zirbenwald	3
2.1.2	Zirbenwaldmoor	6
2.2	Dienstag, 07.07.2015	9
2.3	Mittwoch, 08.07.2015	15
2.3.1	Gletschervorfeld Rotmoosferner und Rotmoosmoor.....	15
2.3.2	Gletschervorfeld Rotmoosferner: Gletscherstand 1996	16
2.3.3	Gletschervorfeld: Gletscherstand 1971 (Abb. 14).....	18
2.3.4	Gletschervorfeld: Sonderstandort Quellflur.....	19
2.3.5	Gletschervorfeld: Sonderstandort FFH-Lebensraum Alluvionen	20
2.3.6	Gletschervorfeld: Gletscherstand von 1858.....	20
2.3.7	Rotmoos-Moor	21
2.4	Donnerstag, 09.07.2015	23
2.4.1	Hang der orographisch linken Talseite vom Tal bis hinauf zu den Soomseen (Abb. 19)	23
2.4.2	Von den Soomseen aufwärts zur Gurgler Scharte (2.930 m) und wieder zurück zu den Seen	24
2.4.3	Abstieg von den Soomseen auf etwa 2.400 m zurück ins Tal auf 1.960 m	25
2.4.4	Wiese/Weidefläche auf 1.960 m.....	27
2.5	Freitag, 10.07.2015	28
2.5.1	Hochstaudenflur.....	28
2.5.2	Feuchtstandort	28
2.5.3	Moor.....	29
2.5.4	Bürstlingsrasen	30
2.5.5	Felsstandorte	31
3	VERTIEFUNGSTHEMEN	33
3.1	Subalpine Vegetation	33

3.1.1	Subalpine Höhenstufe	33
3.1.2	Das Ökosystem Zirbenwald am Beispiel von Obergurgl	34
3.1.3	Zwergsträucher im Obergurgler Zirbenwald	34
3.2	Alpine Vegetation inkl. Schneeboden	35
3.2.1	Alpine Vegetation	35
3.2.2	Höhenstufen Obergurgl	36
3.2.3	Schneeboden	36
3.2.4	Krummsegge (<i>Carex curvula</i>) – Krummseggenrasen (<i>Curvuletum</i>)	37
3.3	Besiedelung im Gletschervorfeld	39
3.3.1	Rezent eisfreie Flächen	39
3.3.2	Pionierstadien	39
3.3.3	Frühes Sukzessionsstadium	40
3.3.4	Übergangsstadium	41
3.3.5	Initialrasen	41
3.4	Azonale Vegetation	42
3.4.1	Azonale Vegetation	42
3.4.2	Beispiele für azonale Vegetation während der Exkursion	42
3.4.3	Niedermoore	42
3.4.4	Quellfluren	43
3.5	Anthropozoogene Einflüsse / Klimawandel	44
3.5.1	Geschichtliche Entwicklung des menschlichen Einflusses in Obergurgl	44
3.5.2	Klimawandel und Gletscherschwund	44
3.5.3	Beweidung in Obergurgl	45
3.5.4	Einfluss des Skigebietes auf die Vegetation	45
4	LITERATUR	I

1 EINLEITUNG

Verfasst von: Stefanie Gössinger

1.1 Exkursionsgebiet Obergurgl

Obergurgl gehört zur Gemeinde Sölden im inneren Ötztal. Die Ortschaft Obergurgl liegt auf 1907 m Meereshöhe im Gurgler Tal, einem der südlichsten Ausläufer des Ötztales (Universität Innsbruck- Alpine Forschungsstelle Obergurgl 2012).

1.2 Alpine Forschungsstelle Obergurgl

Die Alpine Forschungsstelle Obergurgl wurde 1951 von Prof. Wolfgang Burger gegründet. In den folgenden Jahrzehnten fanden diverse Forschungsprojekte verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen in dieser Region statt. Dabei konnten die Ergebnisse nicht nur für das innere Ötztal, sondern im Allgemeinen auf den subalpinen und alpinen Lebensraum übertragen werden. Im Jahr 2009 übernahmen Brigitta Erschbamer und Rüdiger Kaufmann die wissenschaftliche Leitung. Bisher konnten in vier Bänden die Ergebnisse der Forscherinnen und Forscher präsentiert werden (Schallhart 2015).

1.3 Naturpark Ötztal

Der Naturpark Ötztal wurde 2006 gegründet und umfasst alle Schutzgebiete im Ötztal. Er umfasst insgesamt 510 km² und ist somit Tirols zweit größter und Österreichs dritt größter Naturpark. Der Naturpark Ötztal hat sich 5 Ziele gesetzt: den Erhalt der Natur und Landschaft, die Förderung der Erholung, die Bildung, die Forschung und die Regionalentwicklung (Naturpark Ötztal).

1.4 Geologie und Geomorphologie

Das innere Ötztal ist aus geologischer Sicht sehr vielfältig, da in der Umgebung rund um Obergurgl der Ötztal-Stubai-Komplex sowie der Schneeberg-Komplex aneinander grenzen. Häufige Gesteine des Ötztal-Stubai-Komplexes sind Paragneise und Glimmerschiefer während der Schneebergkomplex zentimetergroße Granaten und Hornblenden, aber auch Amphibolit und Marmor aufweist. Die Gestaltung der Landschaft wurde vor allem durch die großen eiszeitlichen Gletscher geprägt. Spuren der Gletscher sind neben Trog- und Hängetälern vor allem in Form von Karen, Karseen, Gletscherschliffen und Moränen zu finden (Krainer 2010).

1.5 Klima

Die Öztaler Alpen gehören dem inneralpinen Trockenbereich an. Der Nordstau gilt als niederschlagsbringende Wetterlage. Die Jahresniederschlagsmenge beläuft sich auf 851 mm (Fischer 2010). Das Niederschlagsmaximum ist in Obergurgl im Sommer zu verzeichnen (Abb. 1). Bei der alpinen Forschungsstelle findet sich eine Wetterstation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik auf 1938 m Höhe. Diese Station ist seit 1953 in Betrieb.

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt 2,8°C (Fischer 2010). In Obergurgl tritt das Minimum der Temperatur im Mittel im Jänner auf, das Maximum im Juli. Seit Beginn der Messungen hat sich das Jahresmittel der Lufttemperatur um 1,2°C erhöht (Fischer 2010).

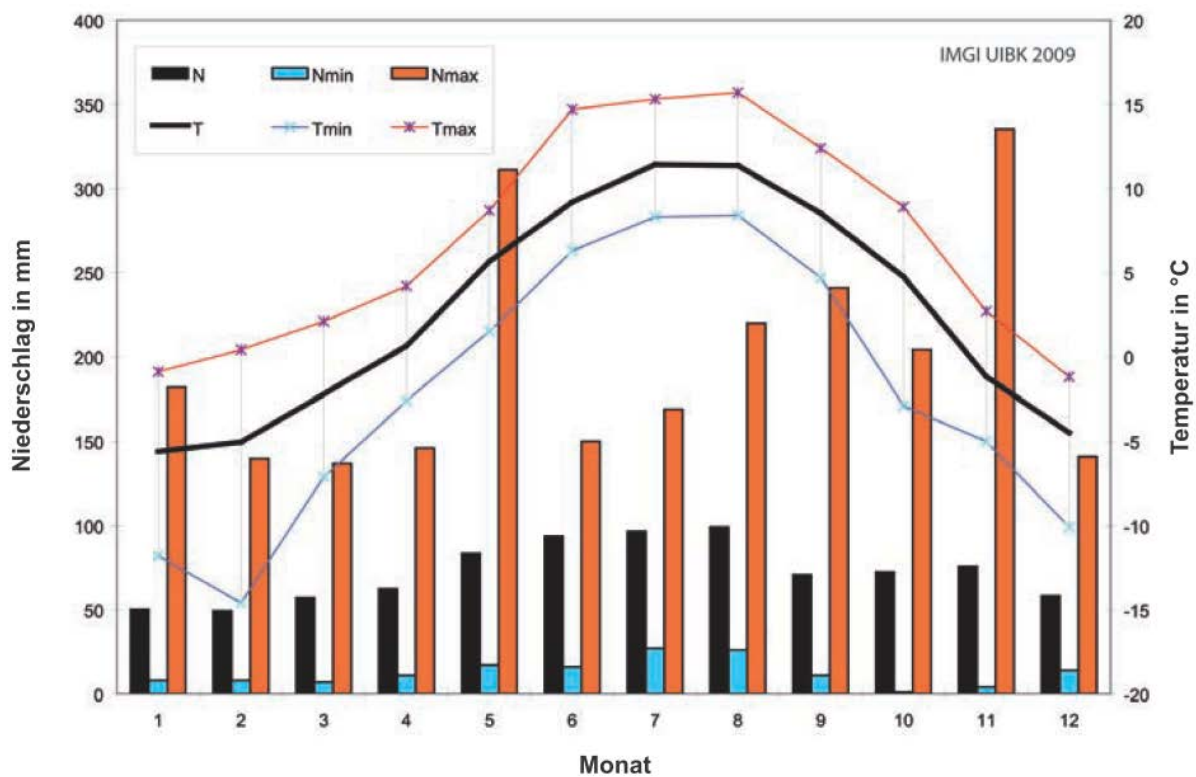


Abb. 1: Klimadiagramm Obergurgl (Quelle: Fischer 2010)

2 TAGESPROTOKOLLE

2.1 Montag, 06.07.2015

Verfasst von: Florian Schiffmann & Kathrin Blaas

Der erste Exkursionstag führte uns vom Universitätszentrum Obergurgl (auf 1940 m) zum „Obergurgler Zirbenwald“. Der erste Stopp erfolgte am Beginn des dortigen Lehrpfades.

Dann ging es mit einem Zwischenstopp (Bodenprofil und ökologische Besonderheiten des Waldes) weiter Richtung Zirbenwaldmoor. Dem Weg folgend erreichten wir dann wieder unseren Ausgangspunkt (siehe Abb. 2).

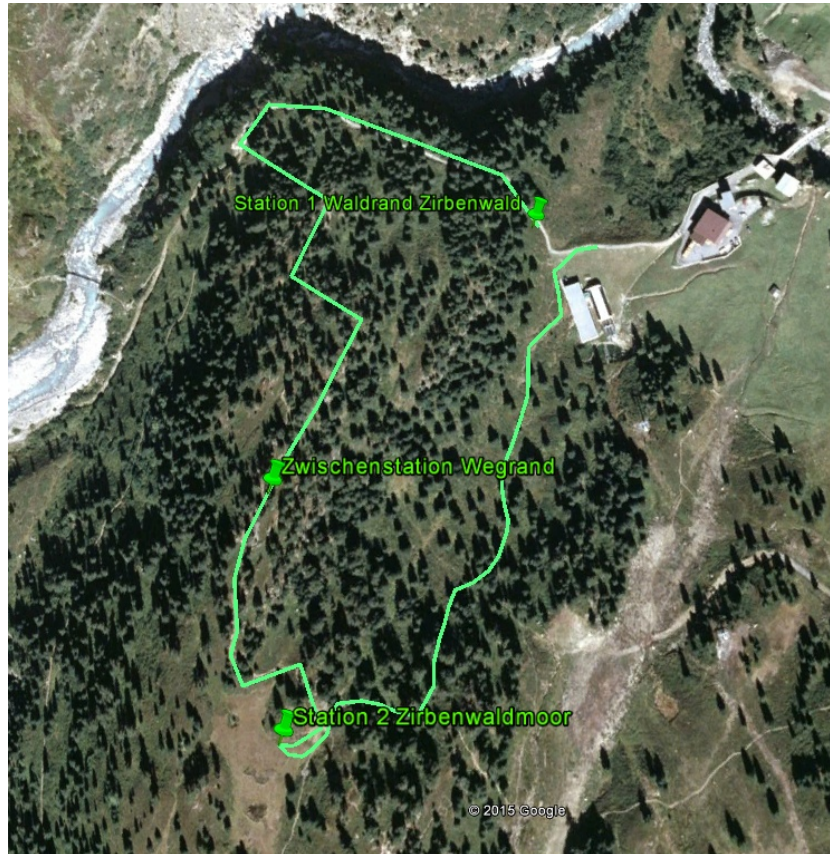


Abb. 2: Route des ersten Exkursionstages. Karte erstellt mit Google Earth.

2.1.1 Zirbenwald

Der erste Standort befindet sich subalpin am Waldrand des Obergurgler Zirbenwaldes (siehe Tab. 1), der 20 ha umfasst und im Jahre 1963 als Naturdenkmal unter Schutz gestellt wurde. Das Gebiet gliedert sich in zusammenhängende Waldflächen und aufgelockerte Bestände (Mayer & Erschbamer 2012, Abb. 3).

Tab. 1: Standortsangaben Obergurgler Zirbenwald.

Kurzbeschreibung	Waldrand Obergurgler Zirbenwald
Koordinaten	N: 46,86174°; O: 11,01679°
Meereshöhe	1940 m / 2010 m
Ausrichtung	NO
Neigung	35 gon



Abb. 3: Zirbenwald im Vordergrund mit Blick auf die Hohe Mut (2.600 m), links davon das Gaisbergtal und rechts das Rotmoostal. © Florian Schiffmann.

Beim Obergurgler Zirbenwald handelt es sich um einen einschichtigen, unregelmäßigen Bestand, in dem die mittlere Altersstufe fehlt. Grund dafür ist ein Waldbrand aus dem Jahre 1880, den die meisten jungen Zirben (*Pinus cembra*) nicht überlebten. Zudem wurde aufgrund der Ziegenweide der Jungwuchs generell stark beeinträchtigt, bis 1930 ein Weideverbot verhängt wurde (Mayer & Erschbamer 2012).

Im bestehenden Wald wurden nur drei Gehölze gefunden (Tab. 2), wobei *Pinus cembra* den Bestand dominiert und daneben nur Lärche (*Larix decidua*) und Grünerlengebüsch (*Alnus alnobetula*) vorhanden sind. Die höchstgelegenen Zirben sind am Schönwieskopf (2.300 m Meereshöhe) anzutreffen.

Lonicera caerulea wurde auf dem Weg vom Zirbenwald zum Zirbenmoor hin gefunden.

Tab. 2: Artenliste Standort Zirbenwald, Bäume und Sträucher

Familie	Art
Betulaceae	<i>Alnus alnobetula</i>
Caprifoliaceae	<i>Lonicera caerulea</i>

Familie	Art
Pinaceae	<i>Pinus cembra</i>
Pinaceae	<i>Larix decidua</i>

Zudem haben wir uns am Weg zum Zirbenwaldmoor die Schichtabfolgen des Podsol-Bodens angeschaut. Brandhorizonte im Profil deuten auf einstige Brandrodung hin (Abb. 4a).

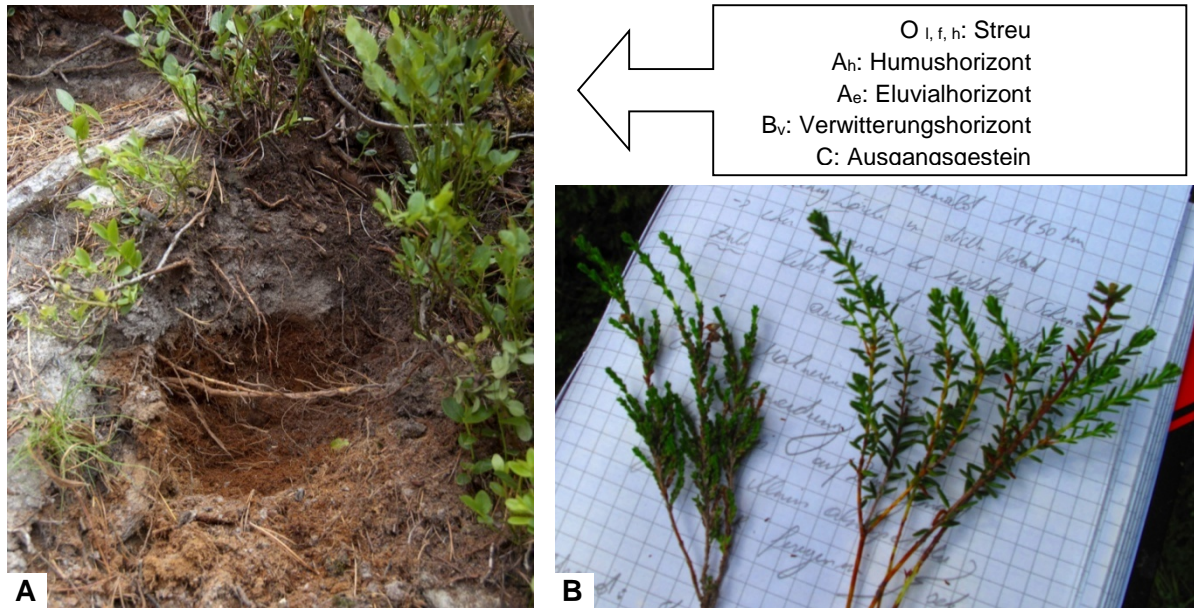


Abb. 4: Bodenprofil und Zwergsträucher im Obergurgler Zirbenwald. (A) Bodenprofil © Brigitte Hechenblaickner; (B) *Calluna vulgaris* (links) und *Empetrum hermaphroditum* (rechts), © Andreas Bär.

Im potentiellen Waldgebiet bilden Zwergstrauchheiden die Ersatzgesellschaft für den Zirbenwald. Es wurden die in Tab. 3 aufgelisteten Zwergstraucharten gefunden (siehe auch Abb. 4b). Auffällig ist, dass es sich bei den meisten Arten um Ericaceae handelt, welche sehr stark mykorrhiziert sind, welche dadurch an die nährstoffarmen Bedingungen sehr gut angepasst sind.

Tab. 3: Artenliste Standort Zirbenwald, Zwergsträucher

Familie	Art
Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>nana</i>
Ericaceae	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
Ericaceae	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Ericaceae	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>

Familie	Art
Ericaceae	<i>Vaccinium gaultherioides</i>
Ericaceae	<i>Empetrum hermaphroditum</i>
Ericaceae	<i>Calluna vulgaris</i>

Da seit 1950 die Almwirtschaft stark im Rückgang ist (Mayer & Erschbamer 2012), werden einst bewirtschaftete Areale mit vorwiegend krautigen Arten wieder stark von Zwergsträuchern eingenommen. Die während der Exkursion gefundenen Krautigen sind in Tab. 4 aufgelistet. *Calamagrostis villosa* aus dieser Liste soll gesondert erwähnt werden, da dieses Gras die Entwicklung von Zirbenkeimlingen stark beeinträchtigt. Das Gras bildet nämlich einen dichten Filz, wodurch die lichtkeimenden Zirbensamen wirkungsvoll gehemmt werden (Mayer & Erschbamer 2012).

Tab. 4: Artenliste Standort Zirbenwald, Krautige

Familie	Art
Asteraceae	<i>Hieracium murorum</i>
Asteraceae	<i>Arnica montana</i>
Asteraceae	<i>Homogyne alpina</i>
Asteraceae	<i>Hieracium alpinum</i>
Asteraceae	<i>Antennaria dioica</i>
Campanulaceae	<i>Campanula barbata</i>
Caryophyllaceae	<i>Atocion rupestre</i>
Cyperaceae	<i>Carex echinata</i>
Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i>
Fabaceae	<i>Trifolium alpinum</i>
Juncaceae	<i>Luzula luzuloides</i>
Juncaceae	<i>Luzula multiflora</i>
Juncaceae	<i>Luzula sylvatica subsp. sieberi</i>

Familie	Art
Orchidaceae	<i>Pseudorchis albida</i>
Orobanchaceae	<i>Melampyrum sylvaticum</i>
Orobanchaceae	<i>Melampyrum pratense</i>
Poaceae	<i>Avenella flexuosa</i>
Poaceae	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
Poaceae	<i>Festuca rubra</i>
Poaceae	<i>Avenula versicolor</i>
Poaceae	<i>Calamagrostis villosa</i>
Poaceae	<i>Nardus stricta</i>
Rosaceae	<i>Potentilla erecta</i>
Rosaceae	<i>Geum montanum</i>
Ruscaceae	<i>Maianthemum bifolium</i>

Die in Tab. 5 angeführten Flechten und Moose wurden im Zirbenwald gefunden.

Tab. 5: Artenliste Standort Zirbenwald, Flechten und Moose

Familie	Art
Cladoniaceae	<i>Cladonia rangiferina</i>
Parmeliaceae	<i>Cetraria islandica</i>
Parmeliaceae	<i>Hypogymnia physodes</i>
Parmeliaceae	<i>Pseudevernia furfuracea</i>
Parmeliaceae	<i>Usnea sp.</i>

Familie	Art
Parmeliaceae	<i>Letharia vulpina</i>
Hylocomiaceae	<i>Hylocomium splendens</i>
Hylocomiaceae	<i>Pleurozium schreberi</i>
Hypnaceae	<i>Hypnum sp.</i>

2.1.2 Zirbenwaldmoor

Der zweite und letzte Standort für diesen Tag ist das Niedermoor in der subalpinen Stufe (Tab. 6, Abb. 5a). Die Entstehung des Moores ist auf glaziale Erosion vor über 8.000 Jahren zurückzuführen. Mit dem Abschmelzen von Toteis entstanden Mulden und in Kombination mit wasserundurchlässigem Moränenmaterial bildeten sich zunächst Seen, die im Laufe der Zeit zu Mooren verlandeten (mündliche Mitteilung Prof. Erschbamer).

Tab. 6: Standortsangaben Zirbenwaldmoor.

Kurzbeschreibung	Zirbenwaldmoor
Koordinaten	N: 46,86173°; O: 11,01677°
Meereshöhe	2100 m
Ausrichtung	- (Ebene)
Neigung	- (Ebene)



Abb. 5: Zirbenwaldmoor. (A) Moor mit Blick auf den Hangerer (3020 m), © Florian Schiffmann; (B) Rasenbinse (*Trichophorum cespitosum*), © Andreas Bär.

Neben den krautigen Arten und Moosen im Zirbenwaldmoor (Tab. 7) sind auch junge Zirben und einzelne Exemplare von *Vaccinium gaultherioides* im Moor anzutreffen.

Den höchsten Deckungsgrad weist die Rasenbinse (*Trichophorum cespitosum*) auf (Abb. 5b). An den am stärksten vernässten Stellen ist *Carex rostrata* vertreten, während das Vorkommen von *Nardus stricta* auf Austrocknung des Moores hindeutet. *Carex pauciflora* signalisiert die Entwicklung vom Niedermoor- zum Hochmoortyp.

Tab. 7: Artenliste Standort Zirbenwaldmoor, Krautige und Moose

Familie	Art	Familie	Art
Cyperaceae	<i>Trichophorum cespitosum</i>	Lentibulariaceae	<i>Pinguicula vulgaris</i>
Cyperaceae	<i>Eriophorum vaginatum</i>	Poaceae	<i>Nardus stricta</i>
Cyperaceae	<i>Eriophorum angustifolium</i>	Poaceae	<i>Festuca nigrescens</i>
Cyperaceae	<i>Carex nigra</i>	Poaceae	<i>Festuca rubra</i>
Cyperaceae	<i>Carex rostrata</i>	Aulacomniaceae	<i>Aulacomnium palustre</i>
Cyperaceae	<i>Carex pauciflora</i>	Sphagnaceae	<i>Sphagnum compactum</i>

Cyperaceae	<i>Carex paupercula</i>
Lentibulariaceae	<i>Pinguicula leptoceras</i>

Sphagnaceae	<i>Sphagnum platyphyllum</i>
Sphagnaceae	<i>Sphagnum magellanicum</i>

2.2 Dienstag, 07.07.2015

Verfasst von: Karla Gruber

Am Dienstag ging es früh morgens mit der Hohen Mut Bahn auf die gleichnamige Alm auf 2.670 m. Oben angekommen wurde auf das umliegenden Panorama geblickt: Hangerer, Seelenkögel, Wasserfallferner, Rotmoosferner (Abb. 6), Rotmooskogel, Scheiberkogel, Heuflerkogel, Kirchenkogel, Liebener Spitze, Seeber Spitze, Hochfirst, Granatenkogel, Granatenwände und Festkogel.



Abb. 6: Aussicht auf den Gaisbergferner mit dem Gaisbergtal. Die Route führte über den im Bild zu sehenden Rücken entlang, dann hinunter ins Gaisbergtal und dann entlang diesem zurück zur Forschungsstation in Obergurgl. © M.Guttmann.

Die Hohe Mut besteht aus Silikatgestein, weshalb die Vegetation von klassischen Silikat-Arten geprägt wird. Typisch für solche Standorte ist der Krummseggenrasen (Curvuletum). In mehreren Kleingruppen wurden dort vorkommende Gräser, Kräuter, Zwergsträucher und Flechten gesammelt und anschließend bestimmt (Tab. 8).

Tab. 8: Alpine Vegetation auf der Hohen Mut

Gräser	
<i>Agrostis rupestris</i>	Poaceae
<i>Avenula versicolor</i>	Poaceae
<i>Carex curvula</i>	Cyperaceae
<i>Festuca halleri</i>	Poaceae

<i>Oreochloa disticha</i>	Poaceae
<i>Poa alpina</i>	Poaceae
Kräuter	
<i>Antennaria dioica</i>	Asteraceae
<i>Cerastium cerastoides</i>	Caryophyllaceae
<i>Cerastium fontanum</i>	Caryophyllaceae
<i>Erigeron uniflorus</i>	Asteraceae
<i>Gentiana brachyphylla</i>	Gentianaceae
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	Asteraceae
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	Campanulaceae
<i>Potentilla aurea</i>	Rosaceae
<i>Potentilla frigida</i>	Rosaceae
<i>Scorzoneroidea helvetica</i>	Asteraceae
<i>Silene acaulis</i> subsp. <i>exscapa</i>	Caryophyllaceae
<i>Veronica alpina</i>	Plantaginaceae
<i>Veronica bellidioides</i>	Plantaginaceae
Zwergsträucher	
<i>Loiseleuria procumbens</i>	Ericaceae
<i>Salix herbacea</i>	Salicaceae
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Ericaceae
Flechten	
<i>Alectoria ochroleuca</i>	
<i>Cetraria islandica</i>	
<i>Flavocetraria cucullata</i>	
<i>Flavocetraria nivalis</i>	
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	
<i>Thamnolia vermicularis</i>	
<i>Umbilicaria cylindrica</i>	

Carex curvula (Abb. 7) ist eine horstbildende Pflanze der alpinen Vegetation. Ein Horst wächst durchschnittlich 0,9 mm/a und kann zwischen 80 und 100 Jahre alt werden. Die Klone können sich bis zu 1 m² ausdehnen. Die einen Monat alten Blätter sterben von der Spitze her ab, werden braun und kräuseln sich, was der Pflanze ihren Namen gibt. In diesen Blattspitzen siedelt der Pilz *Clathrospora elynae*, der das Absterben jener Spitzen allerdings nicht verursacht. Ein Trieb kann 12 Jahre oder mehr leben.



Abb. 7: *Carex curvula*. © M. Guttman.

Die weitere Route führte von der Hohen Mut herab, zu einer kürzlich schneefrei gewordenen Mulde. Dort wurden die Umweltparameter ermittelt (Tab. 9) und die erste Aufnahme gemacht (Tab. 10). Schneeböden gehören im Zuge des Klimawandels zu den gefährdetsten Pflanzengesellschaften. Wenn im Laufe eines Jahres nur ein Monat Schneefreiheit herrscht, wachsen ausschließlich Moose wie *Polytrichum norvegicum*. *Anthelia juratzkana* gehört zu den Moosen, die unter der permanenten Schneedecke bestehen können. Die rötlichen Flecken, welche in den verbliebenen Schneeflächen zu sehen sind, werden von der Grünalge *Chlamydomonas nivalis* (Blutschnee) verursacht.

Tab. 9: Umweltparameter der 1. Aufnahme.

Koordinaten	N' 46,84837°; O' 11,03101
Meereshöhe	2.660 m
Ausrichtung	ONO
Neigung	20 Gon

Tab. 10: Artenliste der 1. Aufnahme

<i>Androsace obtusifolia</i>	Primulaceae
<i>Arenaria biflora</i>	Caryophyllaceae
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Campanulaceae
<i>Cardamine alpina</i>	Brassicaceae
<i>Dibaeis baeomyces</i>	Flechte
<i>Euphrasia minima</i>	Orobanchaceae
<i>Geum montanum</i>	Rosaceae
<i>Gnaphalium supinum</i>	Asteraceae
<i>Homogyne alpina</i>	Asteraceae
<i>Lloydia serotina</i>	Liliaceae
<i>Minuartia sedoides</i>	Caryophyllaceae
<i>Mutellina adonidifolia</i>	Apiaceae
<i>Myosotis alpestris</i>	Boraginaceae
<i>Nardus stricta</i>	Poaceae
<i>Primula glutinosa</i>	Primulaceae
<i>Pulsatilla vernalis</i>	Ranunculaceae
<i>Sedum alpestre</i>	Crassulaceae
<i>Selaginella selaginoides</i>	Selaginellaceae
<i>Sempervivum montanum</i>	Crassulaceae
<i>Sibbaldia procumbens</i>	Rosaceae
<i>Soldanella pusilla</i> (Abb. 8)	Primulaceae
<i>Solorina crocea</i>	Flechte
<i>Stereocaulon alpinum</i>	Flechte



Abb. 8: *Soldanella pulsilla*. © M. Guttman.

Nach der Mittagspause führte der Weg hinunter ins Gaisbergtal. Am Abhang wurde die 2. Aufnahme des Tages gemacht (Tab. 11; Tab. 12). Überall am Boden verteilt lag feines Schuttmaterial aus verwittertem Quarz und Gneis.

Tab. 11: Umweltparameter der 2. Aufnahme

Koordinaten	N' 46,83772°; O' 11,04500
Meereshöhe	2.600 m
Ausrichtung	NNO
Neigung	35 Gon

Tab. 12: Artenliste der 2. Aufnahme:

<i>Androsace alpina</i>	Primulaceae
<i>Arabis alpina</i>	Brassicaceae
<i>Arabis caerulea</i>	Brassicaceae
<i>Artemisia mutellina</i>	Asteraceae
<i>Bartsia alpina</i>	Orobanchaceae
<i>Cardamine resedifolia</i>	Brassicaceae
<i>Cirsium spinosissimum</i>	Asteraceae
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Poaceae
<i>Geum reptans</i>	Rosaceae
<i>Hedysarum hedysaroides</i>	Fabaceae
<i>Hornungia alpina</i> subsp. <i>brevicaulis</i>	Brassicaceae
<i>Juncus jacquinii</i>	Juncaceae
<i>Linaria alpina</i>	Plantaginaceae
<i>Luzula alpinopilosa</i>	Juncaceae
<i>Oxyria digyna</i>	Polygonaceae
<i>Ranunculus glacialis</i>	Ranunculaceae
<i>Salix reticulata</i>	Salicaceae
<i>Salix retusa</i>	Salicaceae
<i>Saxifraga aizoides</i>	Saxifragaceae

<i>Saxifraga androsacea</i>	Saxifragaceae
<i>Saxifraga bryoides</i>	Saxifragaceae
<i>Saxifraga exarata</i>	Saxifragaceae
<i>Saxifraga paniculata</i> (Abb. 9)	Saxifragaceae
<i>Saxifraga seguieri</i>	Saxifragaceae
<i>Saxifraga stellaris</i>	Saxifragaceae
<i>Trifolium pallescens</i>	Fabaceae



Abb. 9: *Saxifraga paniculata*. © M. Guttman.

Die 3. und letzte Aufnahme wurde bei der Moräne von 1858 gemacht. Es handelte sich um die älteste Moräne, auf der bereits ein Pioniergras ausgebildet ist. Zu den vorkommenden Gesteinen zählen Marmor, Glimmerschiefer und Gneis.

Tab. 13: Umweltparameter der 3. Aufnahme

Koordinaten	N' 46,8423; O' 11,04326
Meereshöhe	2.410 m
Ausrichtung	/
Neigung	8 Gon

Tab. 14: Artenliste der 3. Aufnahme:

<i>Agrostis alpina</i>	Poaceae
<i>Astragalus alpinus</i>	Fabaceae
<i>Astragalus australis</i>	Fabaceae
<i>Dryas octopetala</i>	Rosaceae

<i>Festuca nigrescens</i>	Poaceae
<i>Kobresia myosuroides</i>	Cyperaceae
<i>Oxytropis halleri</i>	Fabaceae
<i>Oxytropis lapponica</i>	Fabaceae
<i>Ranunculus montanus</i>	Ranunculaceae
<i>Sedum atratum</i>	Crassulaceae
<i>Stereocaulon alpinum</i>	Flechte
<i>Trifolium pratense subsp. nivale</i>	Fabaceae

Nach dieser letzten Aufnahme ging es über das Gaisbergtal hinaus zurück zur Forschungsstation.

2.3 Mittwoch, 08.07.2015

Verfasst von: Brigitte Hechenblaickner

2.3.1 Gletschervorfeld Rotmoosferner und Rotmoosmoor



Abb. 10: Rotmoostal von der Hohen Mut in Richtung Rotmoosferner. © Brigitte Hechenblaickner.

Die Exkursion führte zum Gletschervorfeld des Rotmoosfern timers ins Rotmoostal (Abb. 10). Das Rotmoostal gehört zum europaweiten Natura-2000 Schutzgebiets-Netzwerk und ist mit dem Rotmoos-Moor und dem Gletschervorfeld (Abb. 11) besonders schützenswert. Auf der orographisch linken Talseite transportieren zahlreiche saure Seitenbäche Schotter ins Tal. Auf der orographisch rechten Talseite ist mehr Schotter durch Gletschertransport vorhanden und die Seitenbäche sind basischer. Der pH-Wert des Bodens verhält sich gleichermaßen. Von der Hohen Mut-Seite gelangt humoses Material und Pflanzenfragmente durch Rutschung oder Lawinen ins Tal, was zur Humusanhäufung in Kolluvien (Schwienbacher & Koch 2010) beiträgt.

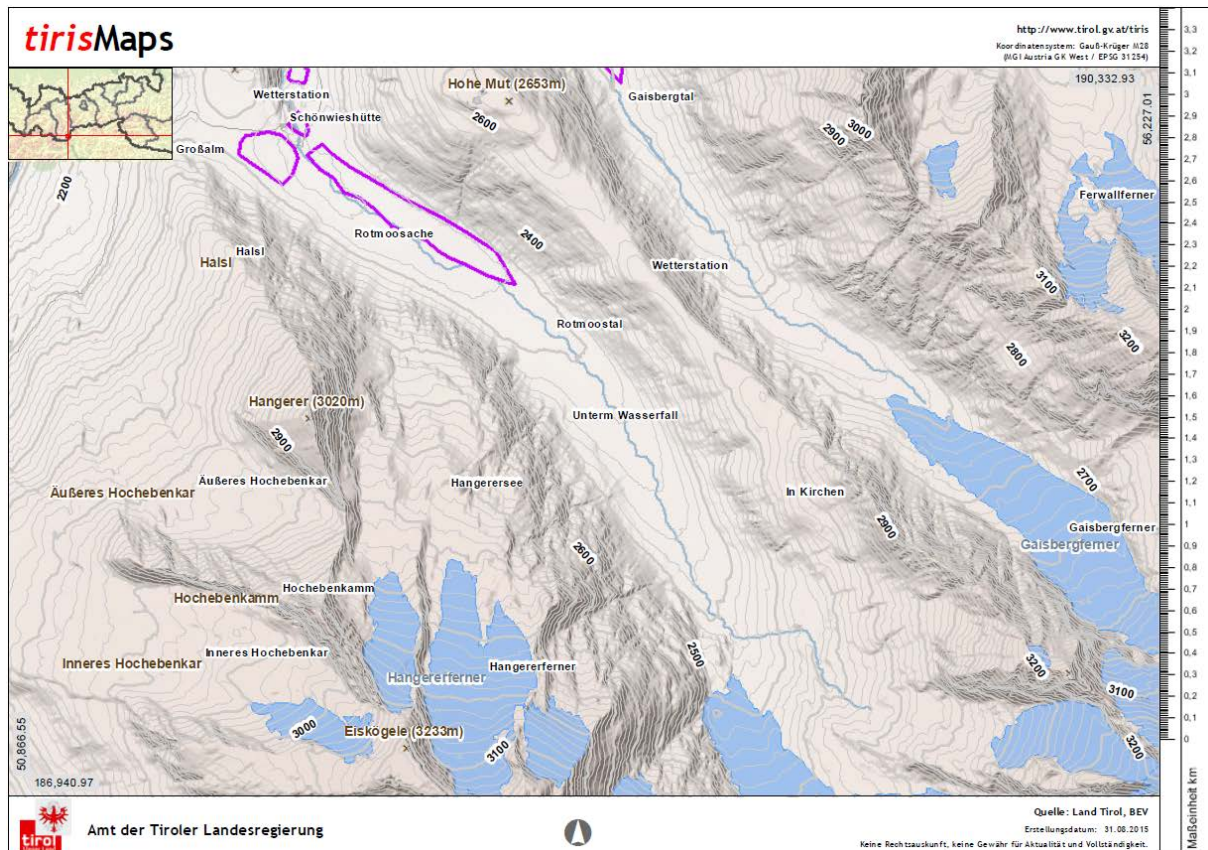


Abb. 11: Auszug aus tirisMaps, Mooregebiete violett, Gletscherzunge blau eingezeichnet. Quelle: Land Tirol.

2.3.2 Gletschervorfeld Rotmoosferner: Gletscherstand 1996

Tab. 15 Standortsangaben Rotmoosferner, Gletscherstand 1996

Kurzbeschreibung	Gletscherstand 1996
Koordinaten	N: 46,82627°; O: 11,04468°
Meereshöhe	2525 m
Ausrichtung	NW
Neigung	31 gon

Die rezent vom Gletscher freigegebene Fläche (Gletscherstand im Jahre 2000) konnte aufgrund hohem Abfluss und Unzugänglichkeit nicht untersucht werden. Die Pionierarten der vom Gletscher kürzlich freigegebenen Flächen sind *Saxifraga aizoides*, *Linaria alpina* (Abb. 12), *Poa alpina*, *Saxifraga oppositifolia* und *Cerastium uniflorum*. Diese Arten kommen vereinzelt und in geringer werdender Dichte bis zum Gletscherstand vom Jahre 2011 vor.

Stereocaulon alpinum (Abb. 13) wird vorwiegend durch Betreten der Flechtenpolster und Haftbleiben von Thallusbruchstücken oder Soredien in den Schuhprofilen verbreitet. Dies ist deutlich sichtbar bei einer eingezäunten Versuchsfläche im Gletschervorfeld.



Abb. 12: *Linaria alpina*, © Brigitte Hechenblaickner.



Abb. 13: *Stereocaulon alpinum*, Foto von Hörður Kristinsson, 2000, http://www.arcticatlas.org/photos/pltspecies/spp_details.php?queryID=stal60

Tab. 16 Artenliste Gletscherstand 1996

Familie	Art		Familie	Art
Antirrhinaceae	<i>Linaria alpina</i>		Poaceae	<i>Festuca halleri</i>
Asteraceae	<i>Artemisia genipi</i>		Poaceae	<i>Poa alpina</i>
Asteraceae	<i>Cirsium spinosissimum</i>		Poaceae	<i>Trisetum spicatum</i>
Asteraceae	<i>Erigeron uniflorus</i>		Rosaceae	<i>Sibbaldia procumbens</i>
Asteraceae	<i>Gnaphalium supinum</i>		Saxifragaceae	<i>Saxifraga aizoides</i>
Brassicaceae	<i>Arabis alpina</i>		Saxifragaceae	<i>Saxifraga oppositifolia</i>
Caryophyllaceae	<i>Cerastium uniflorum</i>		Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon alpinum</i>
Caryophyllaceae	<i>Minuartia gerardii</i>		Plantaginaceae	<i>Veronica alpina</i>
Peltigeraceae	<i>Peltigera rufescens</i>		Juncaceae	<i>Luzula spicata</i>

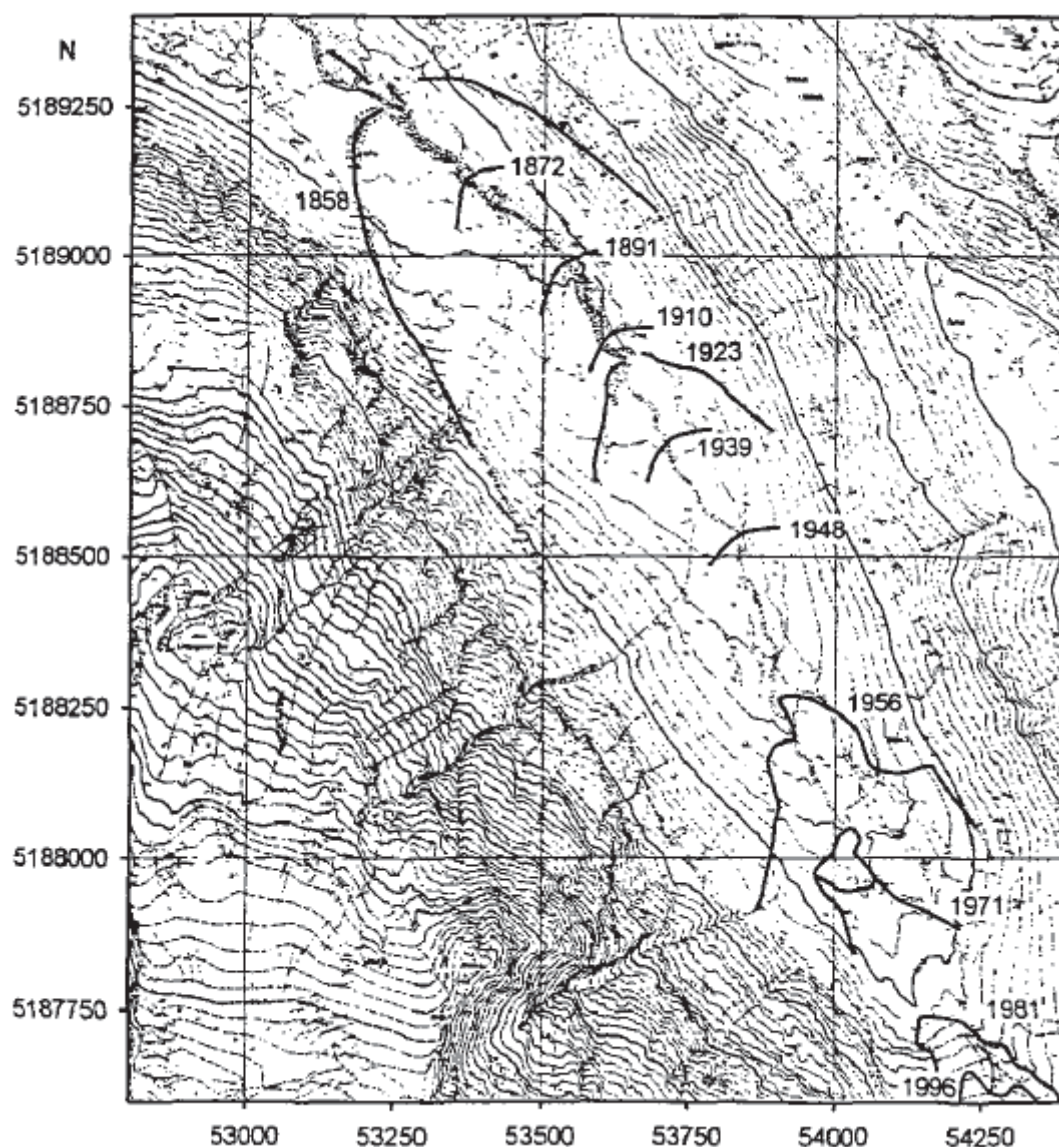


Abb. 14: Historische Gletscherstände des Rotmoosferners (datiert von Gernot PATZELT 1991 und JÜEN 1998), (Erschbamer et al. 1999).

2.3.3 Gletschervorfeld: Gletscherstand 1971 (Abb. 14)

Initialbodenbildung ist in diesem Moränengebiet bereits gut zu erkennen. Allmähliche Humusansammlung durch Polsterpflanzen (Saxifragaceae) führt mit der Zeit zu Bodenbildung (Erschbamer et al. 1999). Dadurch finden weitere Arten Substrat zur Besiedelung. Selbst *Salix*-Arten finden sich bereits auf dieser Moräne (Tab. 17, Abb. 15).

Tab. 17 Artenliste Gletscherstand 1971

Familie	Art		Familie	Art
Asteraceae	<i>Gnaphalium supinum</i>		Poaceae	<i>Phleum commutatum</i>
Asteraceae	<i>Leontodon hispidus</i>		Primulaceae	<i>Androsace alpina</i>
Asteraceae	<i>Leontopodium alpinum</i>		Primulaceae	<i>Primula hirsuta</i>
Asteraceae	<i>Leucanthemopsis alpina</i>		Ranunculaceae	<i>Ranunculus montanus</i>
Asteraceae	<i>Taraxacum sect. Alpina</i>		Rosaceae	<i>Geum reptans</i>

Brassicaceae	<i>Arabis caerulea</i>		Salicaceae	<i>Salix glaucosericea</i>
Campanulaceae	<i>Campanula scheuchzeri</i>		Salicaceae	<i>Salix hastata</i>
Caryophyllaceae	<i>Silene acaulis</i> agg.		Salicaceae	<i>Salix helvetica</i>
Crassulaceae	<i>Sedum atratum</i>		Salicaceae	<i>Salix herbacea</i>
Fabaceae	<i>Anthyllis vulneraria</i> ssp. <i>alpicola</i>		Salicaceae	<i>Salix reticulata</i>
Fabaceae	<i>Trifolium pallescens</i>		Salicaceae	<i>Salix retusa</i>
Gentianaceae	<i>Gentiana orbicularis</i>		Salicaceae	<i>Salix serpyllifolia</i>
Grimmiaceae	<i>Racomitrium canescens</i>		Saxifragaceae	<i>Saxifraga aizoides</i>
Poaceae	<i>Festuca pumila</i>		Saxifragaceae	<i>Saxifraga oppositifolia</i>
Onagraceae	<i>Epilobium anagallidifolium</i>		Veronicaceae	<i>Veronica alpina</i>



Abb. 15: *Salix herbacea*, © Brigitte Hechenblaickner.

2.3.4 Gletschervorfeld: Sonderstandort Quellflur

Quellfluren werden durch Hangwasser oder Quellen gespeist und sind chemisch wie auch in Temperatur und Abflussverhalten unterschiedlich zum Gletscherbach. Typische Arten für feuchte Standorte sind *Saxifraga stellaris* (Abb. 16) und *Philonotis fontana*.

Tab. 18: Artenliste Sonderstandort Quellflur

Familie	Art		Familie	Art
Asteraceae	<i>Tussilago farfara</i>		Onagraceae	<i>Epilobium fleischeri</i>
Bartramiaceae	<i>Philonotis fontana</i>		Saxifragaceae	<i>Saxifraga stellaris</i>
Brassicaceae	<i>Arabis soyeri</i>		Amblystegiaceae	<i>Palustriella commutata</i>

Lentibulari- aceae	<i>Pinguicula alpina</i>			
-----------------------	--------------------------	--	--	--



Abb. 16: *Saxifraga stellaris*, © Brigitte Hechenblaickner.

2.3.5 Gletschervorfeld: Sonderstandort FFH-Lebensraum Alluvionen

Entlang des Fließgewässers siedeln Arten, die mit der Dynamik eines Gletscherbachs leben können. Diese zeitweise überschwemmten und umgelagerten Bereiche nennt man Alluvionen. Zu Arten dieser Standorte zählt die FFH-Art *Carex bicolor* und *Carex capillaris*, die im Rahmen der Exkursion angesprochen wurden. *Carex bicolor* ist die namensgebende Art für die Schwemmufergesellschaft *Caricion-bicoloris-atrofuscae* (Nagl & Erschbamer 2010). Die ständige Störung durch Umlagerung verhindert die Bildung einer Schlussgesellschaft.

Tab. 19 Artenliste Sonderstandort FFH-Lebensraum Alluvione

Familie	Art		Familie	Art
Cyperaceae	<i>Carex bicolor</i>		Cyperaceae	<i>Carex capillaris</i>

2.3.6 Gletschervorfeld: Gletscherstand von 1858

Die älteste Endmoräne und damit die am längsten eisfreie Fläche des Gletschervorfeldes stammt aus dem Jahre 1858. Die Vegetation wird von *Kobresia myosuroides* und *Anthyllis vulneraria subsp. alpicola* dominiert. Die Seitenhänge außerhalb der Endmoräne von 1858

sind seit 10.000 Jahren eisfrei (Bortenschlager, 1984). Durch Rutschung oder Lawinen können Diasporen oder Pflanzenteile auf die Moränen gelangen und sich dort ansiedeln.

Tab. 20 Artenliste Gletscherstand 1858

Familie	Art		Familie	Art
Asteraceae	<i>Achillea moschata</i>		Poaceae	<i>Festuca pumila</i>
Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i>		Poaceae	<i>Trisetum spicatum</i>
Cistaceae	<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>grandiflorum</i>		Veronicaceae	<i>Veronica fruticans</i>
Cyperaceae	<i>Carex sempervirens</i>		Boraginaceae	<i>Myosotis alpestris</i>
Cyperaceae	<i>Kobresia myosuroides</i>		Crassulaceae	<i>Sempervivum montanum</i>
Fabaceae	<i>Trifolium badium</i>		Asteraceae	<i>Artemisia mutellina</i>
Lamiaceae	<i>Thymus praecox</i> subsp. <i>polytrichus</i>		Saxifragaceae	<i>Saxifraga paniculata</i>
Poaceae	<i>Anthoxanthum odoratum</i>		Fabaceae	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>alpicola</i>
Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i>		Primulaceae	<i>Androsace obtusifolia</i>
Cyperaceae	<i>Carex sempervirens</i>		Poaceae	<i>Festuca pumila</i>
Rubiaceae	<i>Galium anisophyllum</i>		Poaceae	<i>Trisetum spicatum</i>
			Veronicaceae	<i>Veronica fruticans</i>

2.3.7 Rotmoos-Moor

Das Moor liegt auf ca. 2.260 m, ist bis zu 120 m breit und zählt zum Natura-2000 Schutzgebiet. Das Moor sollte eigentlich weidefrei gehalten werden (=Ausgleichsmaßnahmen für den Speicherteich am Ende des Rotmoostales). Eine unzureichende und im heurigen Jahr fehlende Abzäunung des Schutzgebietes ermöglicht es den Weidetieren gelegentlich, über die Rotmoosache auf die rechte Talseite und damit ins Moor zu gelangen.

Der überwiegende Anteil des Torfs wird im Rotmoos-Moor von *Trichophorum cespitosum* (Abb. 17) gebildet. In einer 180 – 140 cm tiefen Schicht des Moores wurde 4000 Jahre altes Holz der Pioniergehölz-Gattungen *Populus* und *Alnus* gefunden, was einer Klimaschwankung zuzuschreiben ist. Wiederbewaldung durch Zirben ist in einer Tiefe von 192,5 cm durch Pollen und Aststücke bzw. Zapfen nachgewiesen worden. Eine schluffig-sandige Schicht in 135 – 115 cm Tiefe weist auf ein Ende dieser warmen Klimaschwankung hin. Im Holozän lag der Waldgrenzbereich auf Höhe des Moores (Bortenschlager 2010).

Tab. 21 Artenliste Rotmoosmoor

Familie	Art
Cyperaceae	<i>Trichophorum cespitosum</i>



Abb. 17: *Trichophorum cespitosum*, Foto: Wikipedia

2.4 Donnerstag, 09.07.2015

Verfasst von: Stefanie Gössinger & Martin Guttman

Die Tagesexkursion am 9.7.2015 führte uns vom Tal aus, an der orographisch linken Talseite, an den Soomseen vorbei bis hinauf zur Gurgler Scharte (Abb. 18). Während der gesamten Strecke wurden die vorkommenden Arten auf den verschiedenen Standorten betrachtet.

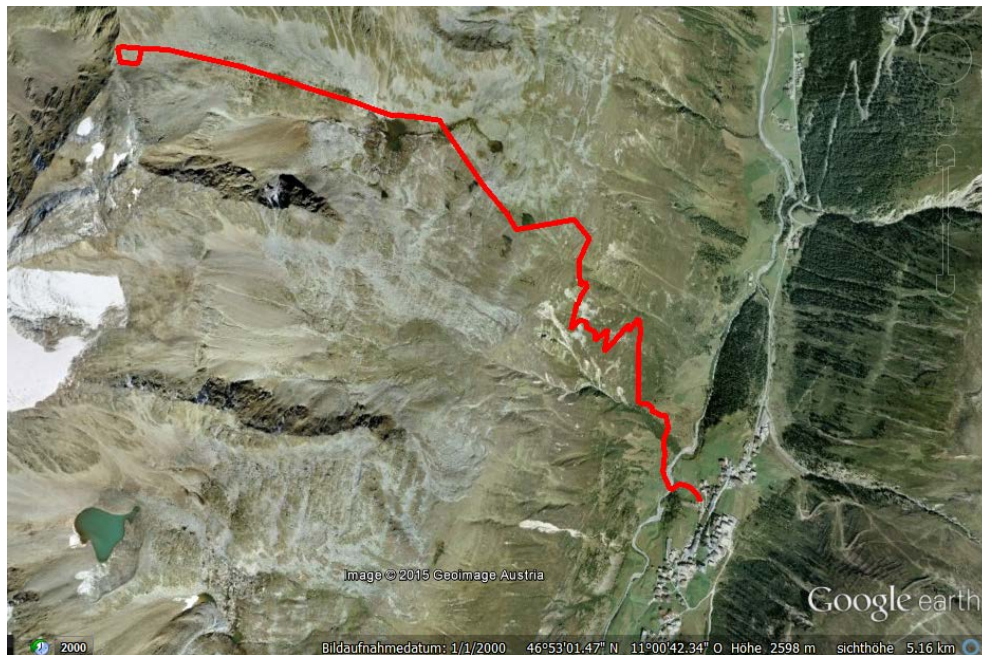


Abb. 18: Tagesroute 9.7.2015.

2.4.1 Hang der orographisch linken Talseite vom Tal bis hinauf zu den Soomseen (Abb. 19)

Gattung	Art	Familie
<i>Mutellina</i>	<i>adonidifolia</i>	Apiaceae
<i>Leucanthemopsis</i>	<i>alpina</i>	Asteraceae
<i>Scorzoneroides</i>	<i>helvetica</i>	Asteraceae
<i>Antennaria</i>	<i>dioica</i>	Asteraceae
<i>Carex</i>	<i>curvula</i>	Cyperaceae
<i>Dibaeis</i>	<i>baeomyces</i>	Icmadophilaceae
<i>Pedicularis</i>	<i>keneri</i>	Orobanchaceae
<i>Cetraria</i>	<i>islandica</i>	Parmeliaceae
<i>Veronica</i>	<i>bellidioides</i>	Plantaginaceae
<i>Poa</i>	<i>alpina</i>	Poaceae
<i>Nardus</i>	<i>stricta</i>	Poaceae
<i>Avenula</i>	<i>versicolor</i>	Poaceae
<i>Soldanella</i>	<i>pusilla</i>	Primulaceae
<i>Geum</i>	<i>montanum</i>	Rosaceae
<i>Sibbaldia</i>	<i>procumbens</i>	Rosaceae

2.4.2 Von den Soomseen aufwärts zur Gurgler Scharte (2.930 m) und wieder zurück zu den Seen



Abb. 19: Karseen.

Gattung	Art	Familie
<i>Anthelia</i>	<i>juratzkana</i>	Antheliaceae
<i>Mutellina</i>	<i>adonidifolia</i>	Apiaceae
<i>Gnaphalium</i>	<i>supinum</i>	Asteraceae
<i>Erigeron</i>	<i>uniflorus</i>	Asteraceae
<i>Leucanthemopsis</i>	<i>alpina</i>	Asteraceae
<i>Cardamine</i>	<i>alpina</i>	Brassicaceae
<i>Cardamine</i>	<i>amara</i>	Brassicaceae
<i>Arenaria</i>	<i>biflora</i>	Caryophyllaceae
<i>Minuartia</i>	<i>sedoides</i> (Abb. 20)	Caryophyllaceae
<i>Cerastium</i>	<i>uniflorum</i>	Caryophyllaceae
<i>Cerastium</i>	<i>cerastoides</i>	Caryophyllaceae
<i>Carex</i>	<i>curvula</i>	Cyperaceae
<i>Eriophorum</i>	<i>scheuchzeri</i>	Cyperaceae
<i>Gentiana</i>	<i>brachyphylla</i>	Gentianaceae
<i>Pedicularis</i>	<i>kernerii</i>	Orobanchaceae
<i>Solorina</i>	<i>crocea</i>	Peltigeraceae
<i>Poa</i>	<i>alpina</i>	Poaceae
<i>Poa</i>	<i>laxa</i>	Poaceae
<i>Polytrichum</i>	<i>norvegicum</i>	Polytrichaceae
<i>Soldanella</i>	<i>pusilla</i>	Primulaceae
<i>Primula</i>	<i>glutinosa</i>	Primulaceae
<i>Cryptogramma</i>	<i>crispa</i>	Pteridaceae
<i>Ranunculus</i>	<i>glacialis</i>	Ranunculaceae
<i>Sibbaldia</i>	<i>procumbens</i>	Rosaceae

<i>Potentilla</i>	<i>frigida</i>	Rosaceae
<i>Salix</i>	<i>herbacea</i>	Salicaceae
<i>Saxifraga</i>	<i>bryoides</i>	Saxifragaceae
<i>Stereocaulon</i>	<i>alpinum</i>	Stereocaulaceae



Abb. 20: *Minuartia sedoides*.

2.4.3 Abstieg von den Soomseen auf etwa 2.400 m zurück ins Tal auf 1.960 m

Gattung	Art	Familie
<i>Laserpitium</i>	<i>halleri</i>	Apiaceae
<i>Scorzoneroides</i>	<i>helvetica</i>	Asteraceae
<i>Antennaria</i>	<i>dioica</i>	Asteraceae
<i>Carlina</i>	<i>acaulis</i>	Asteraceae
<i>Senecio</i>	<i>carniolicus</i>	Asteraceae
<i>Achillea</i>	<i>moschata</i>	Asteraceae
<i>Solidago</i>	<i>virgaurea</i>	Asteraceae
<i>Senecio</i>	<i>abrotanifolius</i> ssp. <i>tyrolensis</i>	Asteraceae
<i>Hypochaeris</i>	<i>uniflora</i>	Asteraceae
<i>Leontodon</i>	<i>hispidus</i>	Asteraceae
<i>Phyteuma</i>	<i>hemisphaericum</i>	Campanulaceae
<i>Campanula</i>	<i>barbata</i>	Campanulaceae

<i>Campanula</i>	<i>scheuchzeri</i>	Cam- panulaceae
<i>Phyteuma</i>	<i>betonicifolium</i>	Cam- panulaceae
<i>Atocion</i>	<i>rupestre</i>	Caryo- phyllaceae
<i>Carex</i>	<i>sempervirens</i>	Cyperaceae
<i>Vaccinium</i>	<i>gaultherioides</i>	Ericaceae
<i>Vaccinium</i>	<i>myrtillus</i>	Ericaceae
<i>Loiseleuria</i>	<i>procumbens</i>	Ericaceae
<i>Emphetrum</i>	<i>hermaphroditum</i>	Ericaceae
<i>Arctostaphylos</i>	<i>uva-ursi</i>	Ericaceae
<i>Calluna</i>	<i>vulgaris</i>	Ericaceae
<i>Trifolium</i>	<i>alpinum</i>	Fabaceae
<i>Geranium</i>	<i>sylvaticum</i>	Geraniaceae
<i>Luzula</i>	<i>lutea</i>	Juncaceae
<i>Juncus</i>	<i>trifidus</i>	Juncaceae
<i>Juncus</i>	<i>jaquinii</i> (Abb. 21)	Juncaceae
<i>Epilobium</i>	<i>angustifolium</i>	Onagraceae
<i>Nigritella</i>	<i>rhellicani</i>	Orchidaceae
<i>Coeloglossum</i>	<i>viride</i>	Orchidaceae
<i>Pedicularis</i>	<i>tuberosa</i>	Oro- banchaceae
<i>Euphrasia</i>	<i>minima</i>	Oro- banchaceae
<i>Veronica</i>	<i>bellidioides</i>	Plantaginaceae
<i>Festuca</i>	<i>halleri</i>	Poaceae
<i>Pulsatilla</i>	<i>vernalis</i>	Ranunculaceae
<i>Pulsatilla</i>	<i>alpina</i>	Ranunculaceae
<i>Geum</i>	<i>montanum</i>	Rosaceae
<i>Potentilla</i>	<i>aurea</i>	Rosaceae
<i>Sibbaldia</i>	<i>procumbens</i>	Rosaceae
<i>Salix</i>	<i>serpyllifolia</i>	Salicaceae
<i>Saxifraga</i>	<i>paniculata</i>	Saxifragaceae



Abb. 21: *Juncus jaquinii*.

2.4.4 Wiese/Weidefläche auf 1.960 m

Gattung	Art	Familie
<i>Hieracium</i>	<i>pilosella</i>	Asteraceae
<i>Crepis</i>	<i>aurea</i>	Asteraceae
<i>Trifolium</i>	<i>pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	Fabaceae
<i>Gentiana</i>	<i>acaulis</i>	Gentianaceae
<i>Botrychium</i>	<i>lunaria</i>	Ophioglossaceae
<i>Nardus</i>	<i>stricta</i>	Poaceae

2.5 Freitag, 10.07.2015

Verfasst von: Mirjam Schipflinger

2.5.1 Hochstaudenflur

Hochstaudenfluren sind Pflanzengesellschaften, welche vor allem an feuchten, nährstoffreichen Standorten vorkommen. Aufgrund der optimalen Wasserversorgung sind solche Standorte häufig Bereiche entlang von Bachufern.

In der Regel sind Hochstaudenfluren verbunden mit Grünerlen (*Alnus alnobetula*). Die Grünerle geht eine Symbiose mit Organismen ein, welche zu den Actinomyceten gerechnet werden (Schaede 1938). Actinomyceten bilden Wurzelknöllchen und sind dadurch in der Lage, Stickstoff zu fixieren. Somit trägt die Grünerle zur Bildung eines nährstoffreichen Milieus bei. Ausdruck für den Nährstoffreichtum ist der enorme Wuchs der Kräuter, vor allem auf leicht bis sehr sauren Böden.

An diesem Standort dominierten die Arten *Chenopodium bonus-henricus* (Chenopodiaceae), *Rumex alpinus* (Polygonaceae), *Chaerophyllum villarsii* (Apiaceae), *Geranium sylvaticum* (Geraniaceae) und *Alnus alnobetula* (Betulaceae).

Tab. 22 Artenliste Standort 1: Hochstaudenflur.

Familie	Art
Apiaceae	<i>Chaerophyllum villarsii</i>
Apiaceae	<i>Peucedanum ostruthium</i>
Asteraceae	<i>Adenostyles alliariae</i>
Asteraceae	<i>Solidago virgaurea</i>
Betulaceae	<i>Alnus alnobetula</i>
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium bonus-henricus</i>

Familie	Art
Geraniaceae	<i>Geranium sylvaticum</i>
Onagraceae	<i>Epilobium angustifolium</i>
Polygonaceae	<i>Rumex alpinus</i>
Salicaceae	<i>Salix appendiculata</i>
Salicaceae	<i>Salix myrsinifolia</i>
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>

2.5.2 Feuchtstandort

Durch das Austreten und das Verrinnen von Quellwasser entstehen Quellfluren. *Saxifraga stellaris* (Saxifragaceae) bildet mit *Cardamine amara* (Brassicaceae) und *Carex frigida* (Cyperaceae) eine typische Quellflurvegetation. Weitere Arten, welche charakteristisch für feuchte bzw. vernässte Standorte sind, sind *Carex nigra* (Cyperaceae), *Bartsia alpina* (Orbanchaceae) und *Crepis paludosa* (Asteraceae).

Tab. 23: Artenliste Standort 2: Feuchtstandort.

Familie	Art
Asteraceae	<i>Calycocorsus stipitatus</i>
Asteraceae	<i>Crepis paludosa</i>
Brassicaceae	<i>Cardamine amara</i>
Campanulaceae	<i>Phyteuma betonicifolium</i>
Cyperaceae	<i>Carex frigida</i>
Cyperaceae	<i>Carex nigra</i>
Equisetaceae	<i>Equisetum arvense</i>
Equisetaceae	<i>Equisetum sylvaticum</i>
Ericaceae	<i>Calluna vulgaris</i>
Juncaceae	<i>Luzula luzuloides</i>
Juncaceae	<i>Luzula multiflorum</i>

Familie	Art
Orobanchaceae	<i>Bartsia alpina</i>
Orobanchaceae	<i>Rhinanthus glacialis</i>
Poaceae	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Poaceae	<i>Festuca rubra</i>
Poaceae	<i>Phleum pratense</i>
Ranunculaceae	<i>Ranunculus acris</i>
Saxifragaceae	<i>Saxifraga aizoides</i>
Saxifragaceae	<i>Saxifraga stellaris</i>
Tofieldiaceae	<i>Tofieldia calyculata</i>
Woodsiaceae	<i>Athyrium filix-femina</i>

2.5.3 Moor

Tab. 24: Standortsangaben Moor.

Kurzbeschreibung	Moor mit Wollgrasbestand
Koordinaten	N: 46,85487°; O: 11,00458°
Meereshöhe	2090 m
Ausrichtung	Ost-Süd-Ost
Neigung	20 gon

Das untersuchte Moor-Gebiet konnte in zwei Bereiche unterteilt werden. Zum einen der Bereich des Moores mit Wollgrasbestand (*Eriophorum vaginatum*) und zum anderen der etwas feuchtere Bereich, welcher vor allem durch *Carex rostrata* (Cyperaceae) gekennzeichnet wurde. Niedermoores liegen im Einflussgebiet des Grund- und Oberflächenwassers und stellen somit, im Vergleich zu Hochmooren, nährstoffreichere Standorte dar (Abb. 22).



Abb. 22: Moor. Artenzusammensetzung eines Niedermoores, dominiert durch *Eriophorum vaginatum*.

Tab. 25: Artenliste Standort 3: Moor.

Familie	Art
Asteraceae	<i>Calycocorsus stipitatus</i>
Asteraceae	<i>Scorzoneroide helvetica</i>
Cyperaceae	<i>Carex echinata</i>
Cyperaceae	<i>Carex nigra</i>
Cyperaceae	<i>Carex rostrata</i>
Cyperaceae	<i>Eriophorum angustifolium</i>
Cyperaceae	<i>Eriophorum vaginatum</i>

Familie	Art
Cyperaceae	<i>Trichophorum cespitosum</i>
Ericaceae	<i>Vaccinium gaultherioides</i>
Juncaceae	<i>Luzula sudetica</i>
Orchidaceae	<i>Pseudorchis albida</i>
Orobanchaceae	<i>Bartsia alpina</i>
Poaceae	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Rosaceae	<i>Potentilla erecta</i>

Tab. 26: Artenliste Standort 3: Moor (feuchter Bereich).

Familie	Art
Cyperaceae	<i>Carex pauciflora</i>
Cyperaceae	<i>Carex rostrata</i>
Orchidaceae	<i>Dactylorhiza maculata</i>

Familie	Art
Poaceae	<i>Molinia caerulea</i>
Sphagnaceae	<i>Sphagnum compactum</i>
Violaceae	<i>Viola palustris</i>

2.5.4 Bürstlingsrasen

Der vierte Standort stellte eine ehemalige Mähwiese dar, auf welcher heute Beweidung stattfindet. Der Name Bürstlingsrasen leitet sich von der, den Standort dominierenden Art, dem Borstgras oder Bürstling (*Nardus stricta*), ab. *Nardus stricta* ist horstbildend und wird vom Weidevieh nur ungern gefressen. Je nach Bodenart und –beschaffenheit kann ein Bürstlingsrasen sehr artenreich sein. Charakteristisch sind neben *Nardus stricta* unter anderem *Geum montanum* (Rosaceae), *Campanula barbata* (Campanulaceae) und *Arnica montana* (Asteraceae).

Tab. 27: Artenliste Standort 4: Bürstlingsrasen.

Familie	Art
Apiaceae	<i>Chaerophyllum villarsii</i>
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>
Asteraceae	<i>Arnica montana</i>
Asteraceae	<i>Carlina acaulis</i>
Asteraceae	<i>Crepis aurea</i>
Asteraceae	<i>Leontodon hispidus</i>
Asteraceae	<i>Scorzoneroide helvetica</i>
Boraginaceae	<i>Myosotis</i> sp.

Familie	Art
Juncaceae	<i>Luzula multiflorum</i>
Juncaceae	<i>Luzula sudetica</i>
Orchidaceae	<i>Nigritella rhellicani</i>
Orchidaceae	<i>Pseudorchis albida</i>
Orobanchaceae	<i>Euphrasia officinalis</i> ssp. <i>rostkoviana</i>
Orobanchaceae	<i>Rhinanthus glacialis</i>
Poaceae	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
Poaceae	<i>Avenula versicolor</i>

Campanulaceae	<i>Campanula barbata</i>
Campanulaceae	<i>Phyteuma betonicifolium</i>
Campanulaceae	<i>Phyteuma hemisphaericum</i>
Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i>
Cyperaceae	<i>Carex sempervirens</i>
Ericaceae	<i>Vaccinium gaultherioides</i>
Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i>
Fabaceae	<i>Trifolium badium</i>
Fabaceae	<i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>
Gentianaceae	<i>Gentiana acaulis</i>

Poaceae	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Poaceae	<i>Festuca nigrescens</i>
Poaceae	<i>Nardus stricta</i>
Poaceae	<i>Phleum pratense</i>
Polygonaceae	<i>Persicaria vivipara</i>
Polygonaceae	<i>Rumex acetosa</i>
Rosaceae	<i>Geum montanum</i>
Rosaceae	<i>Potentilla erecta</i>
Santalaceae	<i>Thesium alpinum</i>

2.5.5 Felsstandorte

Insgesamt wurde an drei unterschiedlichen felsigen Standorten die Artenvielfalt begutachtet. Felsspalten besitzen ein eigenes Mikroklima (Danler et al. 2013). Die Standortbedingungen sind geprägt durch große Temperaturschwankungen, lang anhaltende Trockenzeiten, aber auch durch Regengüsse (Klötzli et al. 2010). Vor allem konkurrenzschwache, jedoch widerstandsfähige Arten besiedeln solche ökologischen Nischen. Als Anpassung an den extremen Standort kann ein rosetten- oder polsterförmiger Wuchs der Pflanzen genannt werden. Beispiele dafür sind *Sempervivum montanum* und *Sempervivum arachnoideum* (Crassulaceae). *Sempervivum* weist außerdem eine sehr stark ausgeprägte Blattsukkulenz auf, welche der Wasserspeicherung dient und einer Überhitzung der Blätter an trockenen Standorten vorbeugt (Bahn & Körner 1987).

Der erste Felsstandort wurde vor allem geprägt durch verschiedene Farne. Farne sind extrem austrocknungstolerant und deshalb typische Felsspaltenarten.

Der zweite Standort wurde unter anderem durch die Besiedelung von *Sempervivum arachnoideum* charakterisiert und am dritten Standort konnte ein *Koeleria hirsuta*-Bestand nachgewiesen werden (Abb. 23).

Tab. 28: Artenliste Standort 5: Felsspaltenvegetation 1

Familie	Art
Asteraceae	<i>Hieracium pilosella</i>
Caryophyllaceae	<i>Atocion rupestre</i>

Familie	Art
Ericaceae	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Plantaginaceae	<i>Veronica fruticans</i>

Crassulaceae	<i>Sempervivum montanum</i>
Crassulaceae	<i>Sempervivum arachnoideum</i>
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris dilatata</i>
Ericaceae	<i>Vaccinium myrtillus</i>

Poaceae	<i>Festuca nigrescens</i>
Pteridaceae	<i>Cryptogramma crispa</i>
Woodsiaceae	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>

Tab. 29: Artenliste Standort 6: Felsspaltenvegetation 2

Familie	Art
Aspleniaceae	<i>Asplenium septentrionale</i>
Crassulaceae	<i>Sempervivum arachnoideum</i>
Juncaceae	<i>Juncus trifidus</i>

Familie	Art
Poaceae	<i>Koeleria hirsuta</i>
Primulaceae	<i>Primula hirsuta</i>

Tab. 30: Artenliste Standort 7: Felsspaltenvegetation 3

Familie	Art
Apiaceae	<i>Laserpitium halleri</i>
Crassulaceae	<i>Sempervivum arachnoideum</i>
Orchidaceae	<i>Gymnadenia conopsea</i>

Familie	Art
Poaceae	<i>Koeleria hirsuta</i>
Poaceae	<i>Briza media</i>



Abb. 23: Felsspaltenvegetation. A: Felsstandort mit Farnen als dominante Besiedler. B: Felsstandort mit *Sempervivum arachnoideum* als dominantem Besiedler. C: Felsstandort mit *Koeleria hirsuta*-Bestand.

3 VERTIEFUNGSTHEMEN

3.1 Subalpine Vegetation

Verfasst von: Florian Schiffmann und Kathrin Blaas

3.1.1 Subalpine Höhenstufe

In den Alpen wird mit der Bezeichnung „subalpin“ jener Bereich gemeint, der sich zwischen Wald- und Baumgrenze befindet (Ellenberg 1996; Reisigl & Keller 1994). Teilweise wird die subalpine Höhenstufe nicht als eigenständige Stufe angesehen, sondern als Übergangsbereich zwischen alpiner und montaner Höhenstufe. Diese Besonderheit ermöglicht die hohe Artenvielfalt des Waldgrenzökotons (Körner 1999).

Je nach Lage in den Alpen ist die Höhe der Waldgrenze und ihre Vegetation unterschiedlich. Während in den nördlichen Randalpen Fichte (*Picea abies*) und Latsche (*Pinus mugo*) dominieren, sind es im kontinentalen Zentralalpenraum Zirbe (*Pinus cembra*) und Lärche (*Larix decidua*). In den Südalpen steigt die Buche (*Fagus sylvatica*) bis zur Waldgrenze (Abb. 24). Die Höhe der klimatischen Waldgrenze liegt in den Nordalpen bei 1750 m, in den Zentralalpen bei 2350 m und in den Südalpen bei 1950 m. Im gesamten Alpenraum wurde die Waldgrenze aufgrund anthropogener Nutzung um ca. 200-400 Höhenmeter abgesenkt (Veit 2002).

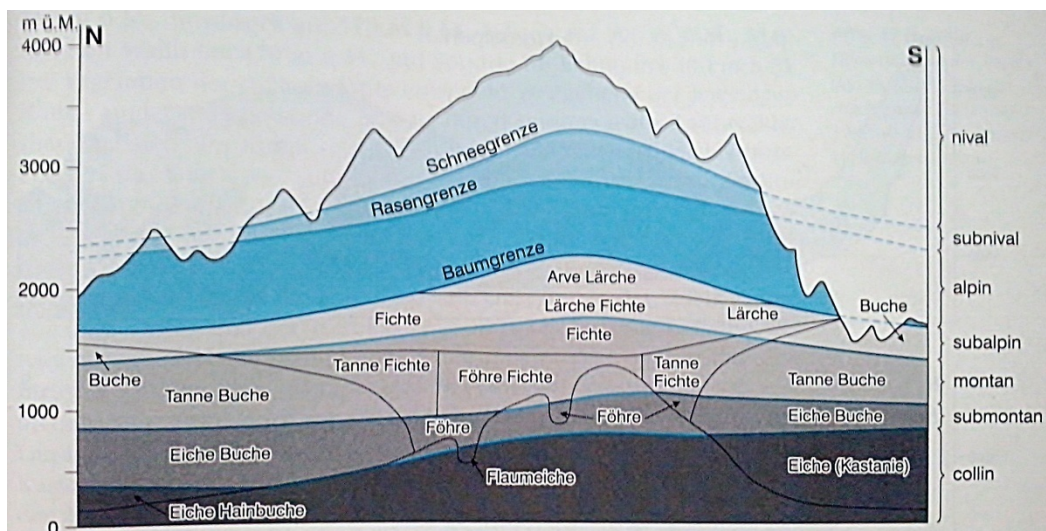


Abb. 24: Höhenstufenabfolge im Alpenquerschnitt. Nach Ellenberg 1996 und Reisigl & Keller 1994; aus Veit 2002.

In der subalpinen Höhenstufe erfolgt eine Wiederbewaldung nach Rodung oder Waldbrand über eine lärchenreiche Initialphase, eine Lärchen-Zirben-Phase hin zu einer zirbenreichen Terminalphase nach 300-400 Jahren (Mayer & Erschbamer 2012).

3.1.2 Das Ökosystem Zirbenwald am Beispiel von Obergurgl

Laut Mayer & Erschbamer (2012) sind Lärchen-Zirbenwälder typisch für die hochsubalpine Stufe und den Waldgrenzbereich der Innen- und zum Teil auch der Zwischenalpen. In Obergurgl ist der Lärchenanteil im Wald gering, da es sich um eine naturnahe Schlusswaldgesellschaft handelt (Abb. 25). Zwischen den über 300 Jahre alten Zirben ist die Lärche nur vereinzelt anzutreffen, da sie eine Pionierart ist. Der Obergurgler Zirbenwald kann der Gesellschaft *Vaccinio-Pinetum cembrae nardetosum* zugeordnet werden. Die aktuelle Waldgrenze im inneren Ötztal liegt auf ca. 2100-2200 m.

Zirben und Lärchen sind verglichen zur Fichte an das Hochgebirgsklima aufgrund ihrer Frostresistenzen (Zirbe: -42°C bis -54°C, Fichte: -38°C bis -45°C) besser angepasst. Die Verbreitung der Zirbensamen erfolgt hauptsächlich durch den Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*), der die Nüsse als Wintervorrat an vergleichsweise offenen, markanten Geländepunkten im Boden vergräbt und teils vergisst. An diesen günstigen Stellen, die kaum von Zwergsträuchern oder krautigen Arten bewachsen sind, finden die Samen optimale Keimungsbedingungen (Mayer & Erschbamer 2012 und Referenzen darin).

3.1.3 Zwergsträucher im Obergurgler Zirbenwald

Wird der Zirbenwald gestört (z.B. Rodung, Brand, Lawine, Waldweide), tritt eine Ersatzgesellschaft aus Zwergsträuchern und krautigen Arten an seine Stelle. Für die Verbreitung von Zwergsträuchern sind die lokalen mikroklimatischen Faktoren von entscheidender Bedeutung; die wichtigsten sind Windgeschwindigkeit, Schneehöhe, Bodentemperatur (Exposition). So findet man in baumfreien, schneegeschützten Muldenlagen häufig die Alpenrosen (*Rhododendron* sp.), welche besonders frostempfindlich sind (Abb. 25). An schneearmen Windkanten hingegen ist die Gämsheide (*Loiseleuria procumbens*) anzutreffen, welche sich ihr eigenes Mikroklima schafft.

Im Exkursionsgebiet in Obergurgl wurde festgestellt, dass bei hoher Deckung der Baumschicht die Alpenrose zurücktrat; Grund dafür könnte der mangelnde Schneeschutz sein.



Abb. 25: Typische Situation im Obergurgler Zirbenwald: Zirbe in der Baumschicht und angrenzend Zwergsträucher im Unterwuchs. © Florian Schiffmann.

3.2 Alpine Vegetation inkl. Schneebeden

Verfasst von: Lisa Braunegger

3.2.1 Alpine Vegetation

Die Hochgebirge der Erde umfassen ~1/5 der Erdoberfläche. Die Bezeichnung „alpin“ bezieht sich pflanzengeographisch auf Vegetationsformen oberhalb der natürlichen Baumgrenze und schließt sämtliche Wuchsformen von niedriger Höhe weltweit mit ein. Die alpine Baumgrenze variiert in ihrer Höhe zwischen einigen hundert Metern über dem Meeresspiegel und ~4000 Metern Höhe. Durch Landnutzung wird die alpine Baumgrenze oft nach unten verschoben (Wallentin et al. 2008). Die obere Grenze für höhere Pflanzen findet ihren Rekord im Himalaya bei einer Höhe von 6.400 m (Grabherr et al. 1995). In den Alpen hält sich der Höhenrekord für höhere Pflanzen mit der Art *Saxifraga oppositifolia* bei 4500 m. *Saxifraga oppositifolia* gehört zu den frühblühenden Arten. Die Grenze für Pflanzengemeinschaften liegt in den Alpen um einiges tiefer, bei 3800 - 4000 m. Rasenfragmente höherer Pflanzen finden sich bis 3500 m (Körner 2003). Nach oben an die alpine Zone anschließend findet sich die nivale Zone, welche eine vielerorts ständige Schneebedeckung aufweist (Grabherr et al. 1995).

Mit zunehmender Höhe verringert sich die Artenvielfalt (Grabherr et al. 1995). Die Landmassen, die von alpiner Vegetation bedeckt sind, beherbergen ~10000 Arten. Dies beträgt ~4% aller bekannten höheren Pflanzenarten. Geographische Isolation, tektonische Hebung, Klimaveränderungen, Vergletscherung, Mikrohabitatsdifferenzierung und unterschiedliche Migrationsverläufe und Entwicklungen führen zu einem hohen taxonomischen Reichtum. Viele alpine Regionen gelten als Hot Spots der Artenvielfalt, mit einer hohen Anzahl an endemischen Arten. In den Alpen haben vor allem die Südalpen und die nordöstlichen Kalkalpen endemische Arten. Die wichtigsten Arten sind *Asteraceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Rosaceae* und *Ranunculaceae*. Regelmäßig finden sich auch Vertreter der *Gentianaceae* mit der Art *Gentiana brachyphylla* (Abb. 26), *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Primulaceae*, *Campanulaceae* und *Polygonaceae*. Die alpine Zwergstrauchvegetation wird in den meisten Teilen der Welt von *Ericaceae* und *Asteraceae* dominiert (Körner 2003). Im Alpenraum besteht die subalpine-alpine Stufe vor allem aus einem Übergangsbereich zwischen Krummseggen- und Bürstlingsrasen, während in der oberen alpinen Stufe *Nardus stricta* fehlt und *Carex curvula* vorherrscht. Im *Curvulo-Nardentum* finden sich Arten wie *Calluna vulgaris*, *Potentilla aurea* sowie *Avenula versicolor*, *Juncus trifidus* und *Phyteuma hemisphaericum*. Letztere sind auch im Krummseggenrasen (*Curvuletum* oder *Caricetum curvulae*) zu finden, wobei dort ebenfalls die Arten *Loiseleuria procumbens*, *Festuca halleri* und bei stärkerer Düngung auch Fettweide-Zeiger wie *Poa alpina* und *Trifolium pratense* ssp. *nivale* zu finden sind (Reisigl &

Keller 1987). Die generelle Abnahme an Arten über der Baumgrenze beträgt ~40 Arten pro 100 Höhenmeter (Körner 2003).



Abb. 26: *Gentiana brachyphylla*. © Lisa Braunegger.

3.2.2 Höhenstufen Obergurgl

Untere alpine Stufe (Waldgrenze): 2100 m – 2400 m

Obere alpine Stufe: 2400 m – 3000 m

Nivale Stufe: > 3000 m

3.2.3 Schneeboden

Schneeböden sind leicht geneigte Hänge oder Mulden, auf denen sich der Schnee länger hält, als auf Lagen in der Umgebung. Sie sind ab einer Höhe von 2000 m zu finden. Schneeböden stehen unter starkem Schmelzwassereinfluss, langanhaltender Wassersättigung, teilweise schlechter Bodendurchlüftung, häufigem Frostwechsel und Substratinstabilität. An diese extremen Standorte haben sich spezielle Pflanzen angepasst. Schneebodengesellschaften setzen sich aus überwiegend produktionsschwachen Arten zusammen. Verbreitet sind in diesen Bereichen Moose, Phanerogamen und Flechten (Lexikon der Geographie 2001). Schneeböden im Silikat unterscheiden sich von denen im Kalk. Es gibt zwei Haupttypen von Schneeboden-Vegetation im Silikat. Die Moos-Schnee-Böden (*Polytrichetum norvegici*) und die Blütenpflanzen-Schneeböden (*Salicetum herbaceae*). Im Bereich der Blütenpflanzen-Schneeböden sind Spezialisten wie *Sibbaldia procumbens* (Abb. 27), *Gnaphalium supinum*, *Cerastium cerastoides*, *Sedum alpestre*, *Primula glutinosa*, *Soldanella pusilla*, *Cardamine alpina* und *Are-*

naria biflora sowie auch *Carex curvula* weit verbreitet. Der „kleinste Baum der Erde“, die Krautweide (*Salicetum herbacea*) ist für die Blütenpflanzen-Schneeböden charaktergebend. *Salix herbacea* (Abb. 28) bildet verzweigte fingerdicke Stämmchen, die knapp unter der Bodenoberfläche dahinkriechen. Oberflächlich bildet sie ein rundliches Blattpaar und in deren Mitte ein kurzes Blütenkätzchen aus.

Schneeböden im Kalk sind häufig an Grobschutthalden zu finden, wodurch sich die Besiedlung durch Pflanzen als schwieriger erweist. Dort siedelnde Arten sind u.a. *Salix retusa*, *Sedum atratum*, *Soldanella alpina*, *Saxifraga androsacea*, *Salix reticulata* (Reisigl & Keller 1987).



Abb. 27: *Sibbaldia procumbens*. © Lisa Braunegger.



Abb. 28: *Salix herbacea*. © Lisa Braunegger.

3.2.4 Krummsegge (*Carex curvula*) – Krummseggenrasen (*Curvuletum*)

Die Krummsegge ist Charakterart des Krummseggenrasens, welcher sich in der oberen alpinen Stufe von ~2400m – 3000m Höhe befindet (Infoflora.ch). Krummseggenrasen gibt es im mitteleuropäischen Hochgebirge. Das *Curvuletum* wird im Silikatgebirge als Klimaxvegetation bezeichnet. *Carex curvula* ist horstbildend. Diese Horste bestehen aus mit Blattscheiden umhüllten Triebbündeln, wobei jeder Trieb über zehn Jahre alt werden kann. *Carex curvula* weist eine langsame Wandergeschwindigkeit von weniger als 1 mm pro Jahr auf. Die charakteristische lockige Krümmung der Blätter entsteht durch das Absterben der Blattspitzen. Zusätzlich dominante Arten im Krummseggenrasen sind *Festuca halleri* und *Juncus trifidus*. Des Weiteren

3. Vertiefungsthemen – Alpine Vegetation inkl. Schneeboden

ren finden sich die Arten *Potentilla frigida*, *Leucanthemopsis alpina*, *Primula glutinosa*, *Scorzonerioides helvetica*, *Veronica bellidioides*, *Luzula spicata*, etc. (Reisigl & Keller, 1987). In unserem Exkursionsgebiet sind Krummseggenrasen am Rücken der Hohen Mut und im Rotmoostal in den Seitenhangbereichen außerhalb des Gletschervorfeldes verbreitet (Koch & Erschbamer 2010).

3.3 Besiedelung im Gletschervorfeld

Verfasst von: Andreas Bär

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts kommt es nahezu weltweit zu einem stetigen, klimawandelbedingten Rückzug der Gletscher. So verloren beispielsweise die Gletscher der Alpen in den letzten 150 Jahren rund ein Drittel ihrer Fläche (Lemke et al. 2007). Die sich zurückziehenden Gletscher hinterlassen jedoch eisfreien Moränenschutt, der nun erstmalig für eine pflanzliche Besiedelung zur Verfügung steht. Auf dem frei gewordenen Neuland der Gletschervorfelder lassen sich neben der Primärbesiedlung durch Pionierarten verschiedene Entwicklungsstadien und Abfolgen von Lebensgemeinschaften beobachten. Diese Sukzessionsprozesse werden von abiotischen und biotischen Faktoren (Tab. 31) beeinflusst (Matthews 1992) und laufen verhältnismäßig schnell ab. So stabilisieren sich Artenzahl und Deckung bereits nach etwa 40-50 Jahren Eisfreiheit (Raffl et al. 2006).

Tab. 31: Für Besiedelungsprozesse entscheidende Parameter (Nagl & Erschbamer 2010)

Abiotisch	Biotisch
Höhenlage	Diasporenverfügbarkeit: Diasporeneintrag, -bank, -produktion
Mikrotopographie	Keimungsfähigkeit
Korngröße des Substrats	Wachstumspotential
Feuchtigkeit	Interaktion zwischen Arten / Konkurrenz

Das Rotmoostal und das darin befindliche Gletschervorfeld des Rotmoosferners dienen als Objekte für botanische bzw. populationsbiologische Forschungsfragen. Dank dieser Untersuchungen lassen sich die verschiedenen Sukzessionsstadien und –prozesse beschreiben und wie folgt einteilen (Nagl & Erschbamer 2010, Raffl 1999):

3.3.1 Rezent eisfreie Flächen

Flächen, die im Laufe der letzten drei Jahre eisfrei geworden sind und keinen pflanzlichen Bewuchs aufweisen.

3.3.2 Pionierstadien

Nach den genannten drei eisfreien Jahren siedeln sich erste Pionierarten an. Vor allem *Saxifraga aizoides* (Abb. 29A) an feuchteren Standorten und *Saxifraga oppositifolia* (Abb. 29B) in trockeneren Bereichen stellen die Erstbesiedler dar. Beide Arten produzieren tausende

kleine, leichte, langlebige Samen, die durch den Wind verbreitet werden und diese bestimmen somit die Diasporenbank der frühen Pionierflächen. In diesem anfänglich artenarmen Pionierstadium finden sich unter anderem auch *Linaria alpina* (Abb. 29C) und *Artemisia genipi* (Abb. 29D). Entfernt man sich räumlich weiter talauswärts (25-40 Jahre eisfrei), tritt man in ein artenreicheres Pionierstadium ein. Kennzeichnend sind Arten wie *Poa alpina*, *Stereocaulon alpinum*, *Saxifraga bryoides*, *Racomitrium canescens* und *Arabis alpina* (vgl. Anhang Nagl & Erschbamer 2010). Diese Flächen können bereits eine Deckung von bis zu 50% erreichen.

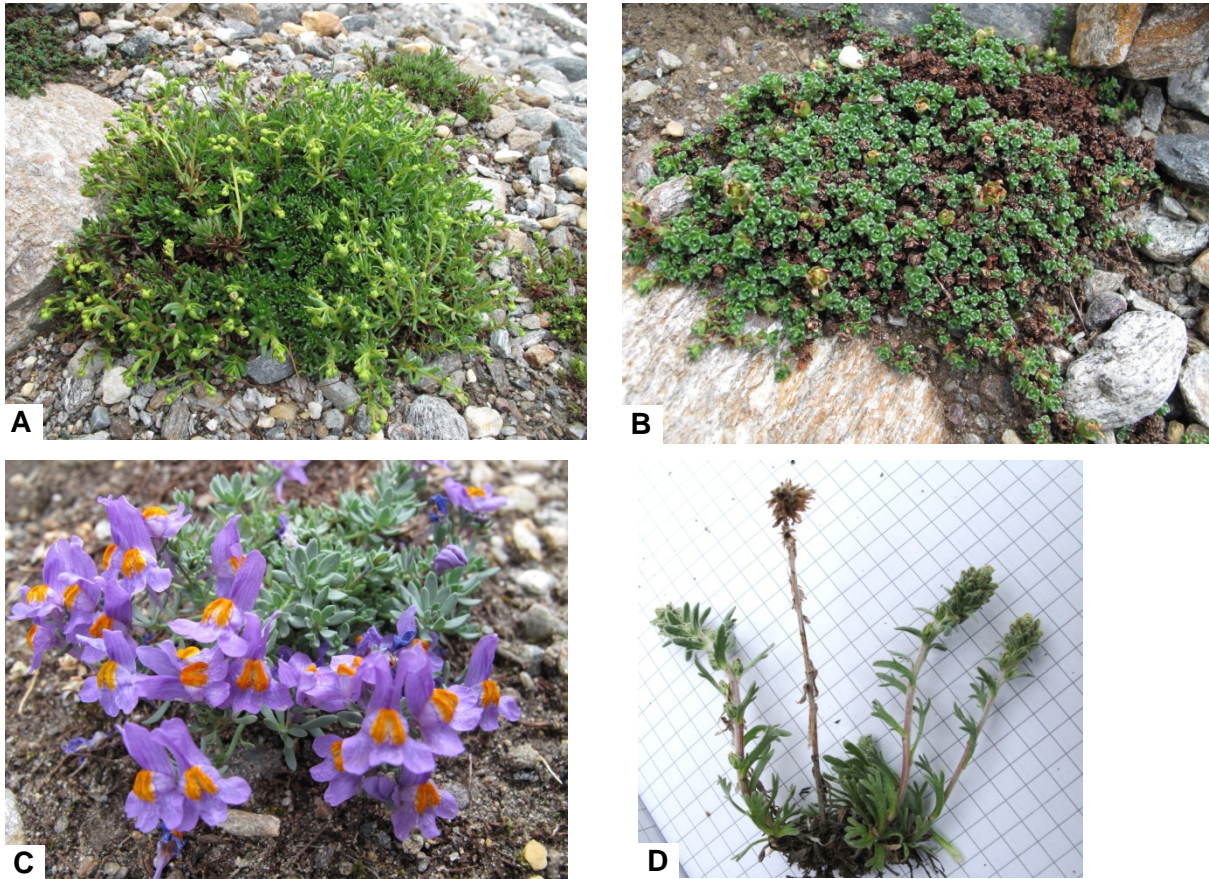


Abb. 29: : Pioniere im Gletschervorfeld. A: *Saxifraga aizoides* - B: *Saxifraga oppositifolia* - C: *Linaria alpina* - D: *Artemisia genipi*, © Andreas Bär.

3.3.3 Frühes Sukzessionsstadium

Dieses Stadium lässt sich Flächen zuordnen, die in etwa 40-70 Jahre eisfrei liegen (orographisch rechte Talseite). Neben zunehmender Bodenbildung steigen Artenzahl und Deckung auf ein erstes Maximum und stabilisieren sich. Auf der orographisch linken Talseite lassen sich solche Stadien bereits früher finden (15-40 Jahre eisfrei). Hier verhindert felsiger Untergrund ausgeprägte Pionierstadien und gleichzeitig fördern die bereits länger eisfrei liegenden, angrenzenden Hänge den Pflanzeneintrag (z.B. durch Erdrutsche) und kurbeln somit die Vegetationsentwicklung an.

Im Artenpool finden sich einerseits noch alle Pionierarten, auf der anderen Seite kommen spätere Sukzessionsarten, wie u.a. *Cerastium uniflorum*, *Minuartia gerardii*, *Festuca pumila*, *Arabis caerulea*, *Trifolium pallescens* und *Silene acaulis* hinzu.

3.3.4 Übergangsstadium

Auf Flächen der orographisch linken Talseite, die 40-60 Jahre frei liegen, findet sich ein Übergangsstadium hin zum Initialrasen. Die Pionierarten sind in diesem Stadium zwar noch vorhanden, spielen für den Bestand jedoch nur mehr eine untergeordnete Rolle. Einerseits treten hier an feuchten Standorten Schneebodenarten, wie *Salix herbacea*, *Luzula alpinopilosa* und *Gnaphalium supinum* in den Vordergrund. Auf der anderen Seite findet man auf trockenen Standorten Arten wie z.B. *Saxifraga bryoides*, *Agrostis rupestris* oder *Luzula spicata*. An der Bodendeckung von bis zu 66% sind u.a. auch *Stereocaulon alpinum* und *Racomitrium canescens* beteiligt.

3.3.5 Initialrasen

Auf Flächen, die bereits länger als 60 bzw. 70 Jahre eisfrei liegen, treten Pionierarten wie z.B. *Saxifraga aizoides* und *Saxifraga oppositifolia* stark zurück. Sie werden durch konkurrenzstärkere Arten verdrängt, die den erhöhten Wasser- und Nährstoffstoffeintrag nutzen. Die Bodenbildung schreitet mit dem Alter der Standorte weiter voran und Arten wie *Trifolium pallescens*, *Poa alpina*, *Campanula scheuchzeri*, *Leontodon hispidus*, *Agrostis rupestris*, *Trifolium badium*, *Leucanthemopsis alpina*, *Achillea moschata* und *Salix herbacea* sind an der Bildung von immer mehr rasenartigeren Beständen beteiligt. Auf der orographisch rechten Seite des Rotmoostals kann für Standorte, die bereits 85 bis 140 Jahre eisfrei sind, ein Initialrasen mit *Kobresia myosuroides* ausgewiesen werden.

In diesem Stadium werden maximale Deckungsgrade von 67 % mit bis zu 22 Arten pro m² erreicht.

Die Flächen in den Hangpartien der Seitenmoräne von 1858 stehen bereits deutlich länger eisfrei. Hier hat sich auf dem orographisch rechten SW-Hang ein *Caricetum sempervirentis* ausgebildet. Orographisch links findet man in Hangbereichen außerhalb des Gletschervorfeldes die Gesellschaft des *Caricetum curvulae*. Durch die Weidenutzung begünstigt, konnten sich in den flussabwärts angrenzenden Tallagen bevorzugt *Nardus stricta*-Gesellschaften etablieren und ausbreiten.

3.4 Azonale Vegetation

Verfasst von: Stefanie Gössinger und Martin Guttman

3.4.1 Azonale Vegetation

Zur azonalen Vegetation gehören Pflanzenkombinationen, die trotz unterschiedlicher Allgemeinklimate (Makroklima) überregional in ungefähr gleicher Form auftreten, weil sie von den gleichen extremen Bodenfaktoren geprägt werden (Kreutz 1990); das heißt, dass gegenüber den nichtklimatischen Faktoren (Wasser und Salzgehalt des Bodens, Bodentyp u.a.) die klimatischen Wirkungen von untergeordneter Bedeutung sind (Frey & Lössch 2010).

Typisch azonale Vegetation sind in Mittel- und Nordeuropa Vegetationstypen nasser Habitate, wie Erlenbruchwälder, Röhrichte und Großseggensümpfe, Laichkraut- und Schwimmblatt-Gesellschaften und Feuchtheide- und Hochmoorbult-Gesellschaften, Vegetationstypen der Küsten- und Binnendünen, wie die Stranddünen-Gesellschaften oder die Vegetation salzhaltiger Habitate, wie Salzrasen- und Salzwiesen-Gesellschaften (Frey & Lössch 2010).

An extrem nassen oder trophisch speziellen Standorten, wie an Seen oder auf Mooren, verringert sich der Einfluss des Großklimas auf die Vegetation zunehmend. Dort etablieren sich Pflanzengesellschaften, die in Zonen mit einem anderen Makroklima in nur wenig veränderter Artenzusammensetzung vorkommen. Allerdings verliert sich die Wirkung des Großklimas auf die Vegetation selbst bei extremen Bodenverhältnissen nie vollständig, so dass zwischen zonalen und azonalen Einheiten Übergänge bestehen (Pott 2005).

3.4.2 Beispiele für azonale Vegetation während der Exkursion

Das Obergurgler Zirbenwaldmoor (Niedermoor), die Quellfluren entlang der Zuspeißgewässer, sowie das Moor im Rotmoostal (Niedermoor) sind Beispiele für azonale Vegetationstypen, welche durch den Standortsfaktor Wasser/Staunässe beeinflusst werden.

3.4.3 Niedermoore

Niedermoore sind deutlich nährstoff- und basenreicher als Hochmoore. Durch die Verbindung zum Grundwasser oder zu Still- oder Fließgewässern erhalten sie eine stetige Zufuhr von gelösten Mineralien, die bis in die oberen Torfschichten gelangen. Nährstoffgehalt und Bodenreaktion von Niedermooren sind abhängig vom geologischen Untergrund und können stark variieren, was sich auch in den unterschiedlichen Pflanzengesellschaften der Niedermoore widerspiegelt. Die Vegetation ist zumeist von Klein- bzw. Großseggen- oder Röhricht-Arten dominiert, kann aber auch von Baum- und Strauchbeständen durchsetzt oder sogar als Bruchwald ausgebildet sein. Nach ihrer Entstehungsweise werden Niedermoore in Verlandungs-,

Überflutungs-, Durchströmungs-, Hang-, Versumpfungs- und Quellmoore unterschieden (https://www.bfn.de/0311_moore-moortypen.html).

3.4.4 Quellfluren

Bei Quellfluren handelt sich um niedrige, häufig moosreiche Pflanzenbestände auf von Quellwasser überrieselten Flächen. Je nach Standort dominieren kalk- oder säureliebende Pflanzenarten.

Der größte Teil der Quellflurarten liegt dem durchsickerten Substrat auf, befindet sich also in der mikroklimatisch ausgeglichenen Schicht direkt über der Wasseroberfläche, die Schutz vor Trockenheit und Frost bietet.

Die moosreichen Kalk-Quellfluren sind durch Quelltuffbildung charakterisiert. Hierbei wird lebendes und totes organisches Material total von Kalkkrusten eingeschlossen. Die Abdrücke können nach Jahrmillionen noch Auskünfte über die Tuffbildner und die Vegetation der Umgebung geben. Die Tuffe spielen somit für die Erforschung der Vegetationsgeschichte eine bedeutsame Rolle.

Bei Sumpf- und Sickerquellen durchtränkt das Grundwasser den Boden langsam. Ist der Standort zusätzlich nährstoffarm und unbeschattet, bilden sich Kleinseggenriede aus. Auf basenarmen Standorten (Silikat-Gesteinen) sind sie aus anderen Pflanzenarten zusammengesetzt als auf basenreichen Böden (Kalkgesteinen). In den niederwüchsigen moosreichen Beständen dominieren Kleinseggen bzw. in Kalkgebieten auch Kopfbinsen. Die Kleinseggenriede oder in diesem Zusammenhang besser Quellmoore genannten Pflanzenformationen sind auch als Niedermoore gesetzlich geschützt (<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/50127/bio120011.html?COMMAND=DisplayBericht&FIS=200&OBJECT=50127&MODE=BER&RIGHTMENU=null>).

3.5 Anthropozoogene Einflüsse / Klimawandel

Verfasst von: Isabella Thurner

3.5.1 Geschichtliche Entwicklung des menschlichen Einflusses in Obergurgl

Schon innerhalb des frühen Mesolithikums ab der ersten Hälfte des 10. Jahrtausends BPcal kann die Anwesenheit des Menschen im Raum Obergurgl nachgewiesen werden (Zanescio 2012). Somit wird dieses Gebiet seit über 9000 Jahren anthropogen beeinflusst. Zu Beginn beschränkte sich das Zutun des Menschen auf die Jagd, den ersten Nachweis von Brandrodung und Weidewirtschaft im Raum Obergurgl gibt es ab etwa 4.500 vor Christus (Zanescio 2012). Erste Schriftstücke, die eine Besiedelung nachweisen, reichen ins 13. Jahrhundert zurück.

Um 1760 lebten in Gurgl circa 200 Menschen welche vor allem der Landwirtschaft und insbesondere der Viehzucht nachgingen (von Busse et al. 1987). Ab Anfang des 19. Jahrhunderts wanderte ein großer Teil der Bevölkerung aus wirtschaftlichen Gründen ab und die Bevölkerungszahlen in Gurgl gingen bis 1930 massiv zurück (1910 lebten nur noch 39 Personen in Obergurgl) (von Busse et al. 1987). Obergurgl erlangte 1931 durch eine Notlandung von Auguste Piccard am Gurgler Ferner internationale Bekanntheit, wodurch auch der Alpinismus in dieses Gebiet Einzug erhielt (Ortner et al. 2012). Bedingt durch den damit verbundenen wirtschaftlichen Aufschwung stoppte die Abwanderungswelle der Gurgler Familien. Im Laufe des 20. Jahrhunderts entwickelte sich Obergurgl zu einem beliebten Wintersportort (von Busse et al. 1987). Der erste Schlepplift in Obergurgl wurde 1949 erbaut, gefolgt vom Sessellift auf die Hohe Mut im Jahr 1953. 1960 wurde das Hoteldorf Hochgurgl errichtet und die Timmelsjoch-Hochalpenstraße fertiggestellt.

Heute ist der menschliche Einfluss in Obergurgl kaum zu übersehen. Große Hotelkomplexe dominieren das Dorfbild und das Skigebiet Obergurgl mit 56 km Pistenlänge lockt im Winter viele Touristen in dieses Gebiet. Bei nicht einmal 500 Einwohnern verbuchte die Region Obergurgl-Hochgurgl in der Wintersaison 2014/15 mehr als 600 000 Nächtigungen. Die starke Beeinflussung des Gebietes ist vor allem auf die Nutzung der Wiesen als Weideflächen und das Skigebiet und den damit verbundenen Tourismus zurückzuführen.

3.5.2 Klimawandel und Gletscherschwund

Bedingt durch im Laufe der Erdgeschichte wiederkehrende Eiszeiten und Hitzeperioden unterlag die Kryosphäre in der Vergangenheit starken Schwankungen. Der neueste Rückgang

der Gletscher ist aber vor allem auf den durch den Menschen verursachten Klimawandel zurückzuführen (Lemke et al. 2007). Seit Ende der kleinen Eiszeit verloren die Gletscher Österreichs circa 50% ihrer Fläche (Abermann et al. 2009). Die Gletscherschmelze schreitet massiv voran, so wird die jährliche Massenbilanz der Gletscher im Alpenraum immer negativer (Haeberli et al. 2007). In den ersten fünf Jahren des 21. Jahrhunderts konnte ein Gletscherschwund von -1 m Wasseräquivalent (m.w.e.) pro Jahr beobachtet werden (Haeberli et al. 2007). Vor allem durch die extremen Sommer 1998 und 2003 wurde die Eisschmelze voran getrieben (Haeberli et al. 2007). Der Rückgang des ewigen Eises ist im Alpenraum im Wesentlichen auf die besonders starke Zunahme der Oberflächentemperatur und der Sonnenscheindauer in hohen Lagen zurückzuführen (Abermann et al. 2013). Durch den vergleichsweise geringen Winterniederschlag in den Ötztaler Alpen sind die Gletscher dieser Region besonders gefährdet (Abermann et al. 2013). So waren in der Periode von 1998 bis 2006 die Verluste in den Ötztaler Alpen um 2 m größer, als jene der Stubaiyer Alpen (Abermann et al. 2013).

3.5.3 Beweidung in Obergurgl

Seit 5000 Jahren werden die Wiesen in der Region Obergurgl landwirtschaftlich genutzt (Zanenco 2012). So entwickelte sich durch die extensive Nutzung ein von Menschen geschaffenes sehr artenreiches Ökosystem (Mayer et al. 2012). Extensiv, traditionell bewirtschaftete Bergwiesen sind extrem wertvolle Standorte, da sie sowohl eine hohe Diversität als auch seltene Pflanzengesellschaften aufweisen (Mayer et al. 2012). Durch den Einzug des Wintersports und den damit verbundenen starken Tourismus in der Region wurden viele traditionell bewirtschaftete Flächen aufgelassen (Mayer et al. 2012). Die Nutzung der Wiesen verlagerte sich von den einst steilen Berghängen immer weiter in Gunstlagen im Tal. Die Intensivierung der Landwirtschaft und der vermehrte Dünggeeintrag im Tal führt zu einer Verschiebung von einst artenreichen Wiesen zu artenärmeren Fettwiesen (Mayer et al. 2012). Auch der Charakter der Bergwiesen ist durch das Auflassen der Flächen gefährdet.

3.5.4 Einfluss des Skigebietes auf die Vegetation

Neben mechanischen Schäden im Zuge des Skibetriebes (Pistenpräparierung und Schäden durch Ski, Snowboard und Rodel) wird die Vegetation auf Skipisten auch durch Bodenverdichtung massiv beeinflusst. Durch den Einsatz von Pistenraupen wird der Porenraum des Bodens kleiner und der Wasserhaushalt gestört. Zusätzlicher Kunstschnee aus Beschneiungsanlagen hat meist einen sehr hohen Anteil an freiem Wasser, was die Verdichtung des Schnees aufgrund der Schmierwirkung des Wassers fördert (Newesely & Cernusca 1999). Durch die Kombination Kunstschnee und Pistenpräparierung wird die Funktion der Schneedecke als Isolationschicht gestört. Vermehrter Bodenfrost und dadurch bedingte kürzere Produktionszeit der

Pflanzen sind die Folge. Neben dem negativen Effekt auf die Vegetation und den Boden stellt der mit dem Liftbetrieb verbundene Lärm auch eine Belastung für die Tierwelt dar.

4 LITERATUR

- Abermann, J., Kuhn, M., Lambrecht, A. & Hartl, L. (2013): Gletscher in Tirol, ihre Verteilung und jüngsten Veränderungen. In: Koch, E. M., & Erschbamer, B. (Hrsg.): Klima, Wetter, Gletscher im Wandel. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 3, innsbruck university press, Innsbruck, 49-67.
- Abermann, J., Lambrecht, A., Fischer, A. & Kuhn, M. (2009): Quantifying changes and trends in glacier area and volume in the Austrian Ötztal Alps (1969-1997-2006). The Cryosphere Discussions 3: 205-215.
- Bahn, M. & Körner, C. (1987): Vegetation und Phänologie der hochalpinen Gipfflur des Glungezer in Tirol. Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck 74: 61-80.
- Bortenschlager, S. (1984): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I. Inneres Ötztal und unteres Inntal. Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck 71: 19-56.
- Bortenschlager, S. (2010): Vegetationsgeschichte im Bereich des Rotmoostales. In: Koch, E.M. & Erschbamer, B. & (Hrsg.): Glaziale und Periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck, 77-91.
- Danler, A., Epstein, M., Heidenwolf, P., Karadar, M., Laiminger, S. M., Lajos, K. A., Markl, Y.S.T., Peskoller, A., Pospiskova, M., Reidl, D., Rosani, A., Sailer, J. & Sansone, T. (2013): Diversität ausgewählter Lebensräume im In- und Ausland: Obergurgl. Exkursionsbericht, Innsbruck.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer, Stuttgart.
- Erschbamer, B., Bitterlich, W. & Raffl, C. (1999): Die Vegetation als Indikator für die Bodenbildung im Gletschervorfeld des Rotmoosferners (Obergurgl, Ötztal, Nordtirol. Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck 86: 102-122.
- Fischer, A. (2010): Klima und Gletscher in Obergurgl. In: Koch, E. M. & Erschbamer, B. (Hrsg.): Glaziale und Periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl. , innsbruck university press, Innsbruck, 53-72.
- Frey, W. & Lösch, R. (2010): Geobotanik. Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit. Springer Spektrum, Heidelberg.
- Grabherr G., Gottfried, M., Gruber, A. & Pauli, H. (1995): Patterns and current changes in alpine plant diversity. In: Chapin F.S. & Körner Ch. (Hrsg.): Arctic and Alpine Biodiversity. Springer, Berlin Heidelberg, 167-182.
- Haeberli, W., Hoelzle, M., Paul, F. & Zemp, M. (2007): Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps. Annals of Glaciology 46:150-160.
- Klötzli, F., Dietl, W., Marti, K., Schubiger, C. & Walther, G. R. (2010): Vegetation Europas. Das Offenland im vegetationskundlich-ökologischen Überblick. Hep Verlag AG, Bern.
- Koch, E. & Erschbamer B. (2010): Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck.
- Körner, C. (1999): Alpine plant life. Springer, Berlin.
- Krainer, K. (2010): Geologie und Geomorphologie von Obergurgl und Umgebung. In: Koch, E. M. & Erschbamer, B. (Hrsg.): Glaziale und Periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck, 31-52.

- Kreutz, A. M. (1990): Die ersten Bauern Mitteleuropas. Eine archaobotanische Untersuchung zu Umwelt und Landwirtschaft der ältesten Bandkeramik. *Analecta praehistorica Leidensia* 23, Leiden.
- Lauber, K., Wagner, G. & Gygax, A. (2012): *Flora Helvetica*. Haupt, Bern.
- Lemke, P., Ren, J., Alley, R.B., Allison, I., Carrasco, J., Flato, G., Fujii, Y., Kaser, G., Mote, P., Thomas, R.H. & Zhang, T. (2007): Observations: Changes in Snow, Ice and Frozen Ground. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Matthews, J. A. (1992): *The Ecology of Recently Deglaciated Terrain. A Geological Approach to Glacier Forelands and Primary Succession*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Mayer, R. & Erschbamer, B. (2012): Lärchen-Zirbenwälder und Zwergstrauchheiden. In: Erschbamer, B. & Koch, E. M. (Hrsg.): *An den Grenzen des Waldes und menschlicher Siedlung*. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 2, innsbruck university press, Innsbruck, 99-123.
- Mayer, R., Nagl, F. & Erschbamer, B. (2012): Subalpine Wiesen und Weiden– die Kulturlandschaft der subalpinen Stufe. In: Koch, E.M. & Erschbamer, B. (Hrsg.): *An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung*. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 2, innsbruck university press, Innsbruck, 11-37.
- Nagl, F. & Erschbamer, B. (2010): Vegetation und Besiedlungsstrategien. In: Erschbamer, B. & Koch, E. M. (Hrsg.): *Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl*. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck, 121-143.
- Naturpark Ötztal (o.J): <http://www.naturpark-oetztal.at/natur-kultur/klima.html> [Zugriff am 31.08.2015].
- Newesely, C. & Cernusca, A. (1999): *Auswirkungen der künstlichen Beschneigung von Schipisten auf die Umwelt*. Universität Innsbruck, Innsbruck.
- Ortner, L., Kaufmann, R., Kathrein, Y. & Pidner, J. (2012): Landwirtschaftliche Nutzung und Nutzungsänderungen im Spiegel der Flurnamen von Obergurgl und Vent (Ötztal). In: Koch, E.M. & Erschbamer, B. (Hrsg.): *An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung*. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 2, innsbruck university press, Innsbruck, 39-73.
- Pott, R. (2005): *Allgemeine Geobotanik: Biogeosysteme und Biodiversität*. Springer Spektrum, Heidelberg.
- Raffl, C. (1999): *Vegetationsgradienten und Sukzessionsmuster in einem zentralalpinen Gletschervorfeld (Ötztaler Alpen, Tirol)*. Diplomarbeit Universität Innsbruck, Institut für Botanik (Abteilung Geobotanik).
- Raffl, C., Mallaun, M., Mayer, R. & Erschbamer, B. (2006): Vegetation succession pattern and diversity changes in a glacier valley, Central Alps, Austria. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 38: 421-428.
- Reisigl, H. & Keller, R. (1987): *Alpenpflanzen im Lebensraum*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Reisigl, H. & Keller, R. (1994): *Alpenpflanzen im Lebensraum*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Schaede, R. (1938): *Die Actinomyceten-Symbiose von Myrcia gale*. Planta, Breslau.
- Schallhart, N. (2015): *Alpine Forschung im Raum Obergurgl*. Innsbruck. (Broschüre).
- Schwiebacher, E. & Koch, E.M. (2010): Die Böden eines alpinen Gletschertales. In: Koch, E. M. & Erschbamer, B. (Hrsg.): *Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl*. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck, 93-119.

- Universität Innsbruck- Alpine Forschungsstelle Obergurgl (2012): http://www.uibk.ac.at/afo/lage/copy_of_index.html.de [Zugriff am 31.08.2015].
- Veit, H. (2002): Die Alpen: Geoökologie und Landschaftsentwicklung; 51 Tabellen. Stuttgart: Ulmer.
- von Busse, H., Seidel, T., Munz, D. & Heuberger, H. (1987): Der sozioökonomische Strukturwandel des inneren Ötztals. Untersuchungen über Bevölkerungsentwicklung, Arbeitskräfte und Fremdenverkehr. In: Patzelt, G. (Hrsg.): MaB-Projekt Obergurgl. Veröffentlichungen des österreichischen MaB-Programms 10, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, 25-113.
- Wallentin, G., Tappeiner, U., Strobl, J. & Tasser, E. (2008): Understanding alpine tree line dynamics: An individual-based model. *Ecological Modelling* 218: 235-246.
- ZanESCO, A. (2012): Zum archäologischen Fundbild in Obergurgl. In: Koch, E.M. & Erschbacher, B. (Hrsg.): An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 2, Innsbruck university press, Innsbruck, 75-98.
- https://www.bfn.de/0311_moore-moortypen.html
- <https://www.infoflora.ch>
- <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/50127/bio120011.html?COMMAND=DisplayBericht&FIS=200&OBJECT=50127&MODE=BER&RIGHTMENU=null>
- <http://www.spektrum.de/lexikon/geographie>