

Alpine Forschung im Raum Obergurgl



Alpine Forschung im Raum Obergurgl

Inhaltsverzeichnis

Die Region rund um Obergurgl ist eine Kernregion der hochalpinen Forschung und Ausbildung für die Universität Innsbruck und anderer nationaler und internationaler Institutionen. Diese Bedeutung fußt unter anderem auf der Gründung der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl im Jahre 1951 durch Prof. Wolfgang Burger. In den folgenden Jahrzehnten fanden diverse Forschungsprojekte verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen in dieser Region statt. Dadurch entstand eine breite Basis an Erkenntnissen, welche nicht nur zum Verständnis der Landschaft des inneren Ötztales, sondern des subalpinen und alpinen Lebensraums allgemein beigetragen haben.

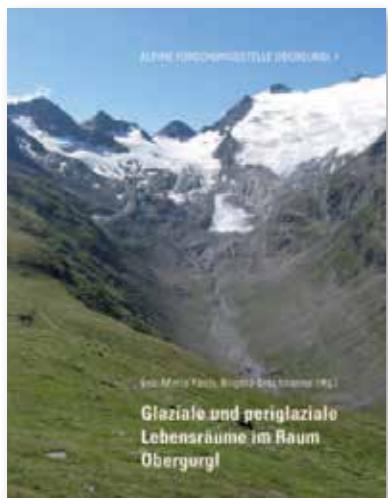
Die Alpine Forschungsstelle hat diese Erkenntnisse mit Hilfe diverser ExpertInnen gesammelt, zusammengefasst und bis dato in 4 Büchern publiziert. Die hier vorliegende Broschüre gibt einen kurzen Abriss der vielfältigen wissenschaftlichen Arbeiten, die in den Büchern im Detail beschrieben werden.

Die Bücher sind über den Verlag innsbruck university press (iup) oder amazon zu bestellen. Sie können auch am Universitätszentrum Obergurgl, dem Informationsbüro des Tourismusverbandes Ötztal in Obergurgl und in lokalen Geschäften gekauft werden.

Für weitere Fragen zu den Büchern, den Forschungstätigkeiten, Veranstaltungen und Leistungen oder Kontaktadressen der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl besuchen sie bitte unsere Website:

<http://www.uibk.ac.at/afol>

Band 1: Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl
Eva-Maria Koch, Brigitta Erschbamer (Hg.)
ISBN 978-3-902719-50-8



Band 2: An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung
Eva-Maria Koch, Brigitta Erschbamer (Hg.)
ISBN 978-3-902811-40-0

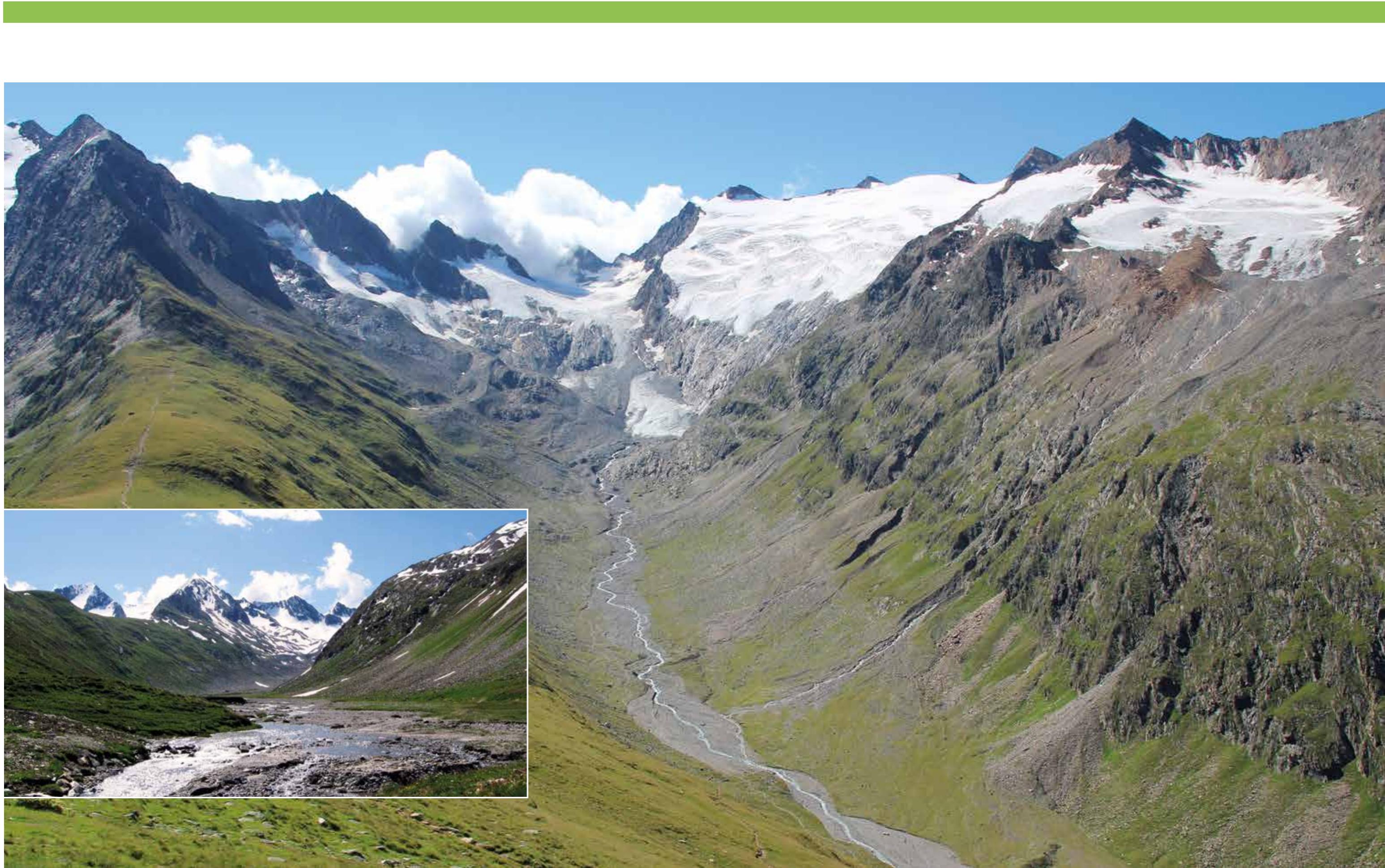


Band 3: Klima, Wetter, Gletscher im Wandel
Eva-Maria Koch, Brigitta Erschbamer (Hg.)
ISBN 978-3-902811-89-9



Band 4: Forschung am Blockgletscher – Methoden und Ergebnisse
Nikolaus Schallhart, Brigitta Erschbamer (Hg.)
ISBN 978-3-902936-58-5

Historisches zu Obergurgl	6
Der Beginn des Alpinismus'	7
Die Anfänge des Wintertourismus'	8
Geologie und Geomorphologie von Obergurgl und Umgebung	9
Langzeitmonitoring von Gletschern in Tirol	10
Gletscher in Obergurgl	11
Rekonstruktion des Gletscherrückgangs im Gurgler Tal	12
Zur Geschichte des Vernagtferners – Gletschervorstöße und Seeausbrüche im vergangenen Jahrtausend	13
Leben auf Schnee und Eis	14
Die tierische Besiedlung von Gletschermoränen	15
Pflanzliche Sukzession im Gletschervorfeld	16
Mikroklima und Biotemperaturen auf der 1971er Moräne des Rotmoosferner-Gletschervorfeldes	17
Hochalpine Flusslandschaft Rotmoos	18
Blockgletscher	19
Der Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar	20
Der Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar (2)	21
Der Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar (3)	22
Flechten und Moose im Raum Obergurgl	23
Lärchen-Zirbenwälder und Zergstrauchheiden	24
Wald- und Waldgrenzforschung in Obergurgl	25
Die Kulturlandschaft der alpinen Stufe	26
Die Landschaft und ihre Namen	27
Das hydrographische Regime der Öztaler Ache	28
Die Lebewelt der Öztaler Ache	29
Hölzer als Zeugen der alpinen Umweltgeschichte	30
Archäologische Funde im Raum Obergurgl	31
Temperatur und Niederschlag an der Wetterstation Obergurgl, 1953-2011	32
Mikroklimatisches Monitoring in Obergurgl	33
AutorInnenverzeichnis	34



Historisches zu Obergurgl

Obergurgl ist ein Dorf der Gemeinde Sölden im hinteren Ötztal. Es liegt auf einer Seehöhe von 1927 m und gilt damit als höchstgelegenes Kirchdorf Österreichs. Die Ortsbezeichnung „Gurgl“ findet sich 1250 erstmals urkundlich im Namen eines Dienstmannes der Herrn von Montalban aus dem Vinschgau erwähnt: „Heberhardus von Gurgele“. Um 1760 lebten in Gurgl ca. 200 Menschen. Diese betrieben vor allem Landwirtschaft, insbesondere Viehzucht. Zur Sicherung der Existenzgrundlage wurden auch andere Tätigkeiten ausgeübt, vor allem das Weben. Laut eines Berichtes im „Tiroler Boten“ von 1821 waren im Ötztal fast alle Bauern im Winter als Leinenweber oder Lodenwirker tätig. Flachs wurde im Tal angebaut und auch über das Timmelsjoch ins Passeier zum Verspinnen verkauft. Durch den im 19. Jahrhundert einsetzenden Wandel des Konsumverhaltens in den Absatzgebieten reichten diese Tätigkeiten aber nicht mehr zur Existenzsicherung aus. Dies führte zunächst zu einem starken Bevölkerungsrückgang. 1910 lebten nur noch 39 Menschen in Obergurgl. Die Abwanderungswelle wurde aber im 19. Jahrhundert durch den einsetzenden Alpinismus gestoppt.



Foto von Obergurgl um ca. 1928, datiert vom Pfarrer von Gurgl, Dr. Josef Hrbata, 1986; Die Häuser oberhalb des Ortes beheimaten die Alpine Forschungsstelle.
Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Postkartensammlung „Obergurgl“.



„Schönwieshütte 2340 m mit Gaisberg- und Rotmoos-Gletscher bei Ober-Gurgl - Tirol“ Kartendruck: „Aufnahme u. Verlag Lohmann & Aretz, Ober-Gurgl - Tirol. Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Postkartensammlung „Rotmoostal“.

Der Beginn des Alpinismus'

Hauptverantwortlich für die Etablierung des touristischen Alpinismus im Ötztal waren zwei Priester: Adolf Trientl (1857 - 1864 in Gurgl) und Franz Senn (1860 - 1872 in Vent). Beide waren nicht nur Pioniere des ersten alpinen Wegebaues, sondern stellten auch ihr Pfarrwidum als Unterkunft zur Verfügung. Dadurch fanden Einheimische in den Sommermonaten Beschäftigung als Bergführer, Proviant- und Gepäckträger. Die ersten alpinistischen Stützpunkte im Gebirge wurden ebenfalls durch Einheimische errichtet; etwa 1871/72 das Hochjochhospiz sowie die Samoarhütte 1877/78 durch Josef Grüner aus Sölden oder das Ramolhaus 1881/83 durch Martin Scheiber aus Gurgl. Um 1875 verzeichnete Obergurgl im Sommer bereits an die 400 TouristInnen, die vorwiegend über das Ramoljoch gingen. Bis 1904 steigerte sich die Zahl der Übernachtungen in Obergurgl auf über 2.000. Ende der 1880er Jahre erfolgte die Eröffnung der ersten Gasthäuser in Obergurgl, wobei das Gasthaus Edelweiß um 1900 bereits drei Betten vermietete. Dieses erste Hotel in Obergurgl war aus einer ehemaligen Bauernwirtschaft hervorgegangen und von Martin Scheiber aufgebaut und 1904 erweitert worden.



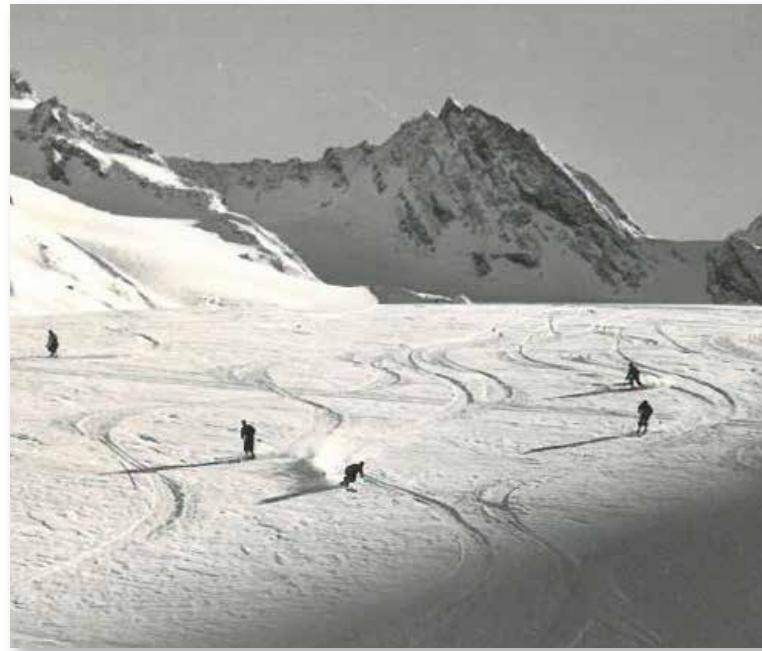
„Gasthaus zum Edelweiss“, Teil einer Zeichnung um 1900, Zur Verfügung gestellt von Hotel Edelweiss & Gurgl

Die Anfänge des Wintertourismus'

Um 1900 kamen die ersten SchiläuferInnen ins Ötztal. Am 10. Januar 1911 wurde der „Ski-Club Gurgl“ gegründet, als dessen erster Obmann Jakob Gstrein, vulgo „Krumpns Joggl“ fungierte. Eine unerwartete Aufmerksamkeit für den Ort brachte die Notlandung des Schweizer Wissenschaftlers Auguste Piccard am 27. August 1931 am Gurgler Ferner. Ihm zu Ehren wurde am 10. Januar 1932 das erste internationale Piccardrennen vom Festkogel ausgetragen.

Durch die Kriegswirren kam der Fremdenverkehr in Obergurgl ab 1939 beinahe zum Erliegen. Wenige Monate nach Kriegsende erfolgte die Wiedergründung der touristischen und alpinsportlichen Vereine und Institutionen. Am 14. März 1948 wurde der erste Schilift in Obergurgl und damit des gesamten Ötztales mit einer Länge von 300 m in Betrieb genommen. 1954 wurde der damals höchste Sessellift in Österreich, vom Gaisberg (2.050 m) zur Hohen Mut (2.669 m) eröffnet.

2001 zählte Obergurgl rund 420 EinwohnerInnen. Derzeit verfügt Obergurgl-Hochgurgl über 4.500 Gästebetten und beherbergt jährlich über 110.000 Gäste. Der boomende Massentourismus bewirkte, dass sich Obergurgl in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts von einem Bergbauerdorf zu einem (Winter-)Tourismuszentrum wandelte.



„Auf dem Rotmoos-Gletscher bei Ober-Gurgl, Abfahrt vom Rotmoosjoch 3135 m, Ötztal – Tirol“; Postkarte mit Photographie von 1939; Aufnahme und Verlag Lohmann u. Aretz, Ötzaler Alpenverlag; Privatbesitz Reg.-Rat Gerhard Kraus

Geologie und Geomorphologie von Obergurgl und Umgebung



Hornblendeschiefer mit zentimetergroßen, dunkelgrünen Hornblenden (Schneeberg-Komplex, Rotmoostal)



Dünne, stark verfaltete Marmorlagen im Granat-Hornblendeschiefer (Schneeberg-Komplex, Rotmoostal)



Granatglimmerschiefer mit Granaten (Schneeberg-Komplex, Rotmoostal)

Die Umgebung von Obergurgl ist aus geologischer Sicht sehr vielfältig, da der Ötztal-Stubai-Komplex und der Schneeberg-Komplex in dieser Region aneinandergrenzen. Häufige Gesteine sind Paragneise und Glimmerschiefer mit zentimetergroßen Granaten und Hornblenden, es finden sich aber auch Amphibolit und Marmor. Die morphologische Gestaltung der Hochgebirgslandschaft erfolgte vor allem durch die großen, eiszeitlichen Gletscher. Spuren der glazialen Tätigkeit wie Trogtäler, Hängetäler, Kare, Karseen, Rundhöcker, Gletscherschliffe und Moränen sind fast überall zu finden.

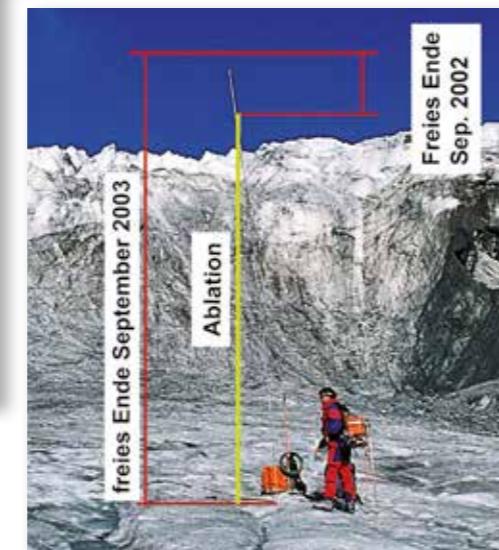
Das Rotmoostal ist ein klassisch glazial geformtes Trogtal.
(alle Fotos: K. Krainer)



Langzeitmonitoring von Gletschern in Tirol

3 % der Landesfläche Tirols sind vergletschert. Seit dem Hochstand zum Ende der kleinen Eiszeit um 1850 verloren die Gletscher 50 % ihrer Fläche. Die Daten zur Änderung der Gletscher werden im Rahmen von 54 Längenmonitoringprojekten und fünf Langzeitreihen der Gletschermassenbilanz erhoben. Die Temperatur während der Ablationsperiode (Mai bis September) ist zwischen 1901 und 2008 um 1,6 °C gestiegen. Die Akkumulation in den Wintermonaten (Oktober bis April) zeigt in diesem Zeitraum keine signifikanten Trends. Wann und wie stark die einzelnen Gletscher auf klimatische Änderungen reagieren, hängt von ihren topographischen Eigenschaften ab. Die Längenmessungen spiegeln einen Gletscherrückzug wider, unterbrochen von Wachstumsperioden in den 1920er und 1980er Jahren. Die Massenbilanzmessungen zeigen zunehmende Massenverluste während der letzten Jahrzehnte.

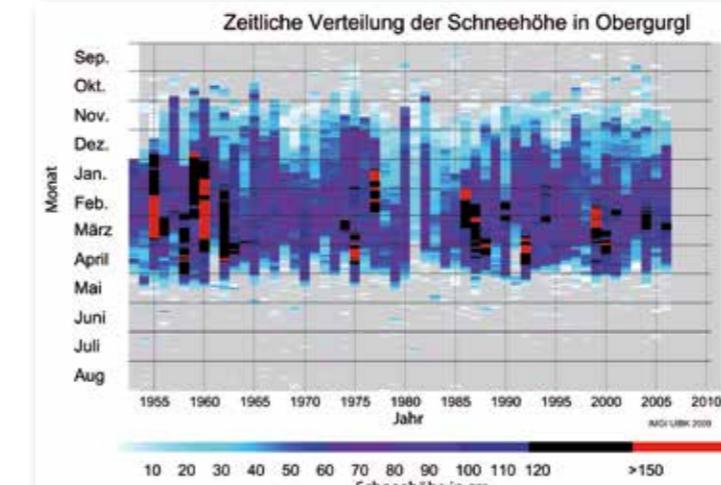
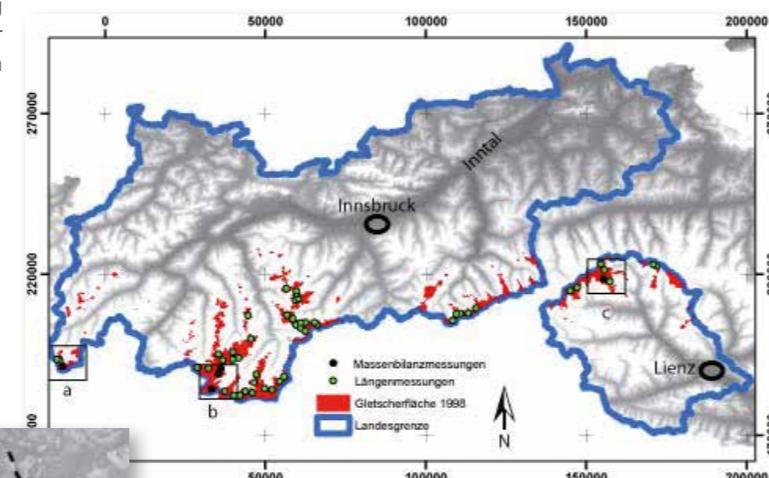
Karte des Hintereisferners mit Lage der Schneeschäfte (Quadrate) und Ablationspegel (Punkte) sowie den Gletschergrenzen um 1850 (strichlierte Linie) und den Gletschergrenzen von 1953 bis 2003 (durchgezogene Linie)



Glaziologische Massenbilanzmessungen beruhen auf Messungen der Ablation an Pegeln und der Akkumulation an Schneeschächten (Foto: A. Fischer)

Gletscher (rot) bedecken 3 % der Fläche Tirols (blau). An 54 Gletschern (grün) wird jährlich die Länge gemessen, an fünf Gletschern (schwarz) wird auch die Massenbilanz erhoben.

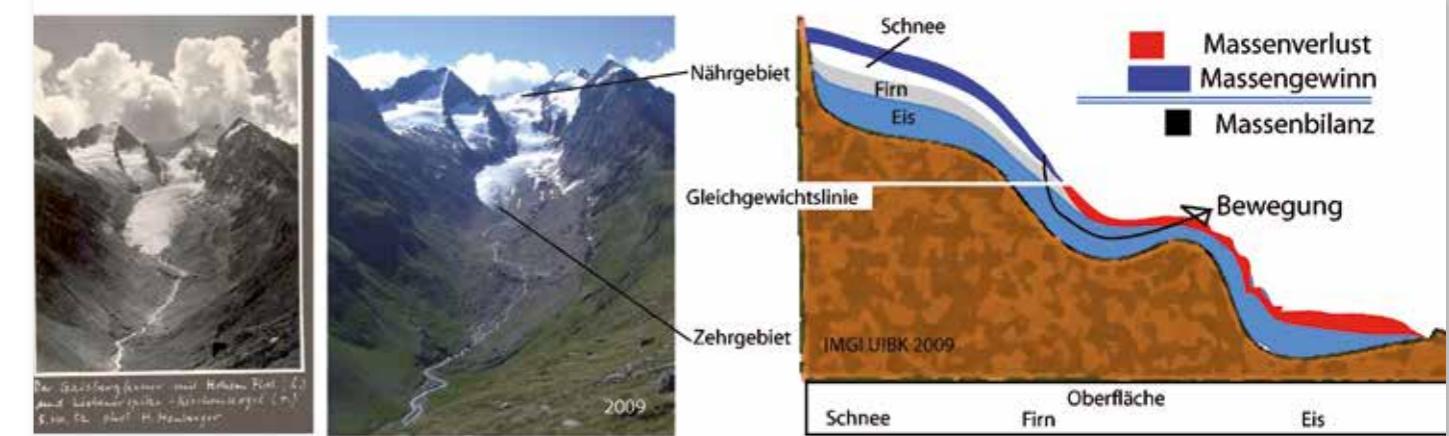
Die Daten sind in Gauss-Krüger Projektion auf dem Höhenmodell von Jarvis et al. (2006) dargestellt.



Rund um die Alpine Forschungsstelle Obergurgl befindet sich eines der am stärksten vergletscherten Gebiete der Alpen. Seit über hundert Jahren wird hier Gletscherforschung betrieben. Die Beobachtungen der heutigen und der früheren Gletschergrenzen in der Landschaft machen Klimaänderungen sichtbar und helfen den Zusammenhang zwischen Gletscher und Klima zu erforschen.

Seit dem Hochstand der kleinen Eiszeit um etwa 1850 sind die Gletscher, unterbrochen von kurzen Vorstoßphasen, kleiner geworden und haben dabei fast die Hälfte der Fläche verloren. Seit Beginn der Messungen in Obergurgl 1953 erhöhte sich das Jahresmittel der Lufttemperatur bis heute um 1,2 °C, wohingegen weder die Schneeverhältnisse noch die Niederschlagssummen im gleichen Zeitraum einen einheitlichen Trend zeigen.

Zeitliche Verteilung der Schneehöhe in Obergurgl im Messzeitraum von 1953 bis 2006.

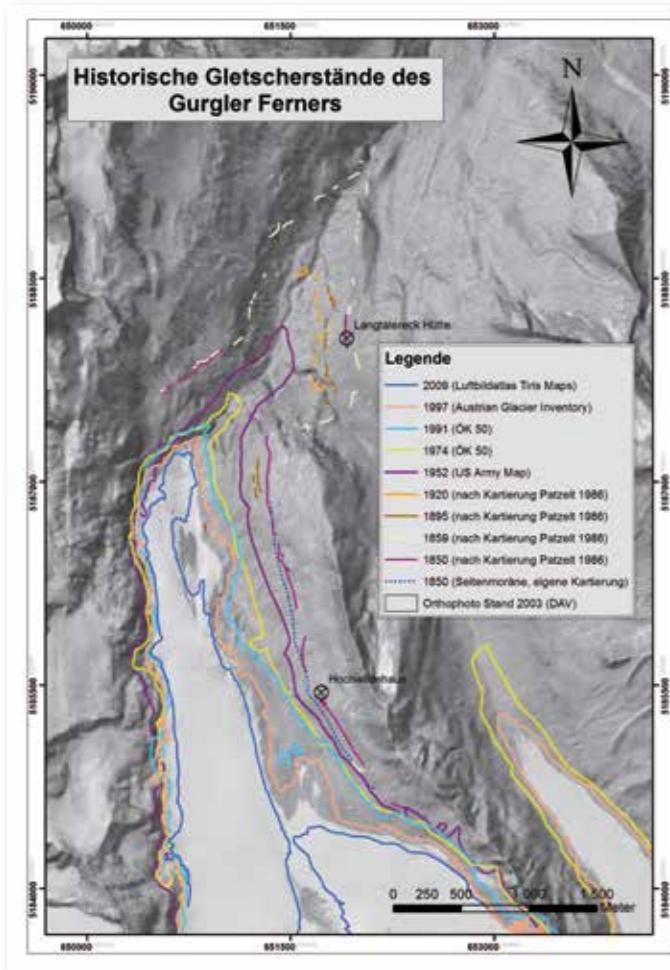


Entwicklung des Gaisbergferners zwischen 1952 und 2009 mit schematischer Skizze eines Gletschers
(Foto: A. Fischer)

Rekonstruktion des Gletscherrückgangs im Gurgler Tal

Im Einzugsgebiet der Gurgler Ache am Pegel Obergurgl wurden Gletschergrenzen und Höhenlinien mehrerer historischer Kartenblätter aus den Jahren 1952 und früher digitalisiert und miteinander verglichen. Neben der Veränderung der Fläche können über die Höhenlinien Informationen zur Entwicklung der Eismächtigkeit eines Gletschers gewonnen werden. Hierzu werden im Bereich der Gletscherfläche mit Hilfe eines Geoinformationssystems (GIS) digitale Geländemodelle erzeugt, aus denen rechnerisch das Verlustvolumen eines Betrachtungszeitraums ermittelt werden kann. Darüber hinaus wurden weitere historische Quellen verwendet, um den Rückzug des Gurgler Ferners im Zungenbereich mit einer bestmöglichen zeitlichen Auflösung zu dokumentieren.

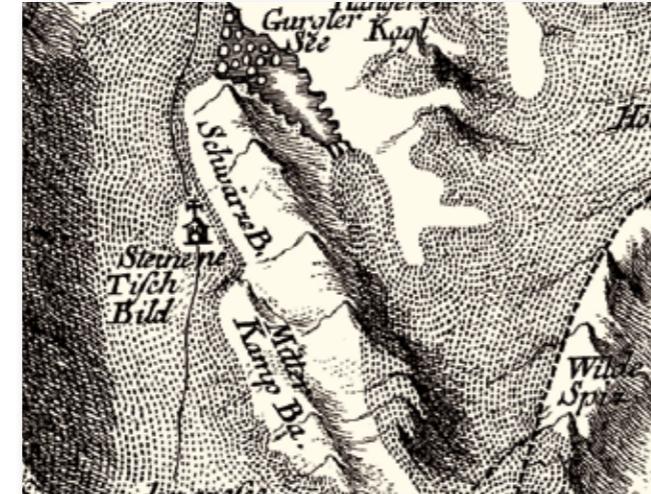
Die Ergebnisse zeigen einen kontinuierlichen Rückzug der Gletscher im Untersuchungsgebiet, mit Ausnahme kurzer Vorstoßphasen. Dies entspricht einem weltweiten Trend (IPCC 2007), der für den Alpenraum durch zahlreiche Studien bestätigt werden kann. Dieser Trend hat sich im letzten Betrachtungszeitraum von 1991 bis 1997 deutlich verstärkt.



Entwicklung der Gletscherstände des Gurgler Ferners zwischen 1850 und 2009



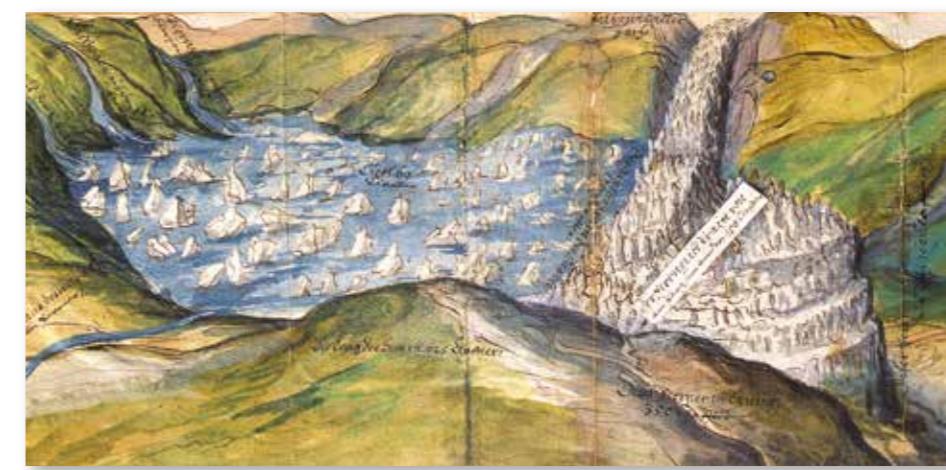
Dritte Landesaufnahme von 1870-73
(Quelle: Tiroler Landesarchiv)



Atlas Tyrolensis von 1774
(Quelle: Tiroler Landesarchiv)

Zur Geschichte des Vernagtferners – Gletschervorstöße und Seeausbrüche im vergangenen Jahrtausend

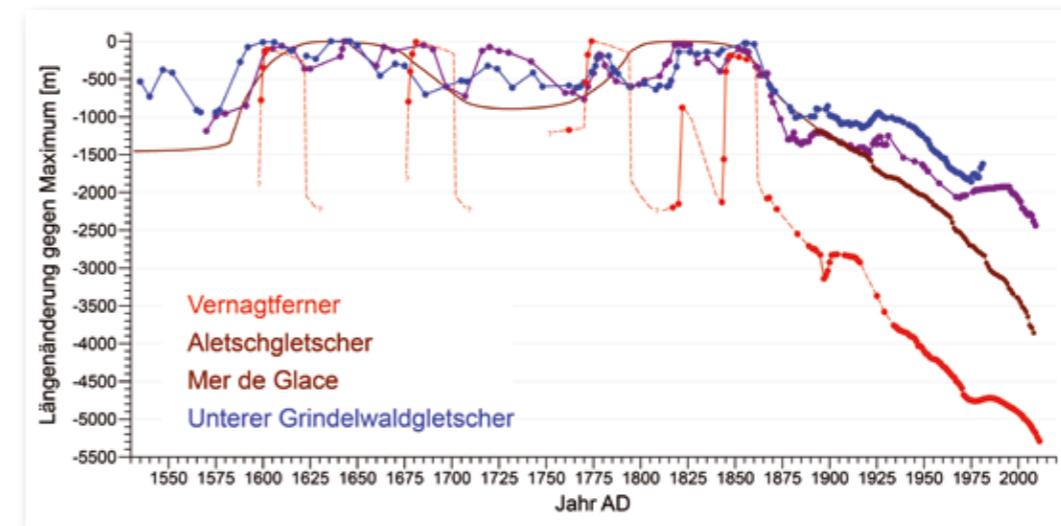
Für den Vernagtferner (südwestlich von Obergurgl bei Vent) wurde der Kenntnisstand zu den Vorstößen und Hochständen im vergangenen Jahrtausend zusammengestellt: Neben einem mittelalterlichen Hochstand um 1300 sind dies vor allem die vier neuzeitlichen, durch historische Dokumente gut dokumentierten Hochstände um 1600, 1680, 1772 und 1845. Die markanten Vorstöße des Vernagtferners stimmen zeitlich weitgehend mit den an anderen Alpengletschern nachgewiesenen Vorstößen überein, außergewöhnlich waren sie jedoch hinsichtlich Vorstoßgeschwindigkeiten und Reichweite, aber auch wegen der wiederholten Bildung des Eisstausees und dessen Ausbrüchen, mit teilweise katastrophalen Folgen für die Bevölkerung des Ötztals.



Der Vernagtferner und der Eisstausee,
9. Juli 1601, nach Abraham Jäger.
Aquarellierte Federzeichnung, 220 x 525 mm
(Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum). Diese
Darstellung ist bis heute die älteste bekannte
Ansicht eines Gletschers weltweit (Nicolussi
1993).

Längenänderungen des Vernagtferners im Vergleich mit jenen des Aletschgletschers, Mer de Glace und Unteren Grindelwaldgletschers während der letzten knapp fünf Jahrhunderte.

Die Längenangaben beziehen sich auf den während der Kleinen Eiszeit erreichten Maximalstand des jeweiligen Gletschers.



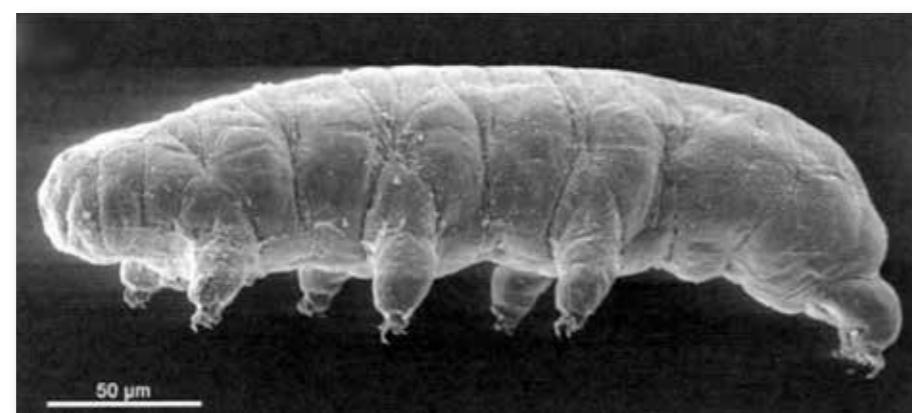
Vergleichsreihen:
Aletschgletscher: Holzhauser et al. 2005; Gletscherberichte 1881-2002; Mer de Glace: Nussbaumer et al. 2007; Unterer Grindelwaldgletscher: Zumbühl et al. 1983

Leben auf Schnee und Eis

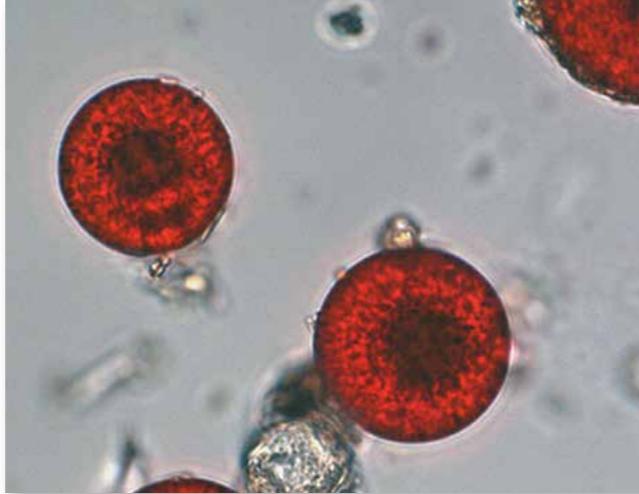
Gletscher sind nicht nur große Eisbrocken, sondern auch Ökosysteme, die auf, in und unter dem Eis Lebensräume bieten. Die Bedingungen für dort lebende Organismen sind allerdings durch wiederholte Gefrier- und Tauzyklen, hohe UV-Strahlung und oft auch Nährstoffarmut gekennzeichnet. Die noch schneedeckte Fläche des Gletschers beherbergt über eine kurze Zeitspanne im Frühsommer eine Vielzahl von Schneeargen, die sich durch Pigmente vor UV-Strahlung schützen und die im Volksmund als „Roter Schnee“ bekannt sind. Nach der Schneeschmelze entstehen oft zylinderförmige Schmelztrichter (so genannte Kryokonitlöcher) auf dem Eis. Darin entwickeln sich Gesellschaften, die im Wesentlichen aus Viren, Bakterien, Pilzen, Algen und – je nach geographischer Position – auch aus winzigen Tieren bestehen.



Kryokonitloch mit außergewöhnlicher Form (Foto: B. Sattler)



Bärtierchen *Hypsibius klebensbergi*
Mihelčič, (Dastych et al. 2003)



Chlamydomonas cf. nivalis
(Chlamydomonadales) aus dem hinteren
Rotmoostal; diese Art verursacht Roten
Schnee sowohl im Rotmoos als auch auf
der Hohen Mut.
(Foto: D. Remias)

Die tierische Besiedlung von Gletschermoränen



Räuberische Kolonisatoren auf den
jüngsten Moränenböden: Ein Laufkäfer
(*Nebria jockischii*, a) und der Gletscher-
Weberknecht (*Mitopus glacialis*, b)



Die Chronosequenz des Rotmoostales
von der Endmoräne, die auf 1858 datiert
wird, bis zum Gletscherrand im Jahr 2004

Um zu erfahren, wie ein Ökosystem aus dem Nichts entstehen kann und wie lange es dafür benötigt, wird das Gletschervorfeld des Rotmoostales seit Jahren untersucht. Die ersten Kolonisatoren sind fast ausschließlich räuberische Spinnen, Käfer und Weberknechte. Pflanzenfresser und Streuzersetzer folgen erst später nach. In 30 Jahre alten Böden siedeln sich Springschwänze, Milben, Käfer- und Schmetterlingsraupen an. Es folgen Mücken und Tausendfüßer, die restlichen Gruppen treten erst nach 90 Jahren Bodenentwicklung auf. Bodenbildung und Vegetationsentwicklung entlang der Chronosequenz haben großen Einfluss auf die tierische Besiedelung. Kleinräumig wirken sich zusätzlich das Temperatur- und Feuchtemilieu aus. Modellierungen zeigen, dass die Pioniergesellschaften im Gletschervorfeld sehr stark auf Klimaänderungen reagieren.



In den Boden betonierte Barberfalle
– ein Beispiel für die arbeitsintensive
Beprobung des Rotmoostales
(alle Fotos: R. Kaufmann)

Pflanzliche Sukzession im Gletschervorfeld

Das Abschmelzen der Gletscher bedingt das Ausapern unbelebter Flächen im alpinen Gelände. Die Besiedelung dieses Neulands wird im Gletschervorfeld des Rotmoosfners vegetationskundlich und populationsbiologisch untersucht. Einhergehend mit der zunehmenden Stabilisierung des Substrates und der voranschreitenden Bodenbildung kann im Gletschervorfeld eine Abfolge von verschiedenen Stadien der Vegetationsentwicklung beobachtet werden. Ausgehend von einem gletschernahen Pionierstadium nehmen mit zunehmender Entfernung vom Gletscherrand Diversität und Vegetationsbedeckung zu und es entwickeln sich rasenartige, geschlossene Bestände. Die Besiedelungsprozesse werden von abiotischen (u.a. Meereshöhe, Mikrotopographie und Feuchtigkeit) und biotischen Faktoren (u.a. Keimungsfähigkeit, Wachstumspotential und Diasporenverfügbarkeit) beeinflusst.



Pioniere auf gletschernahen Flächen:
a) *Saxifraga aizoides* und b) *Saxifraga oppositifolia* (Fotos: F. Nagl)

Pioniermoos des Gletschervorfeldes
auf trockenen Sand- und Kiesböden:
Racomitrium canescens subsp. *canescens*
(Foto: G. Gärtner)



Solorina spongiosa ist eine Flechte mit Grünalgen und Cyanobakterien als Symbionten. So kann sie Luftstickstoff fixieren.
(Foto: R. Türk)

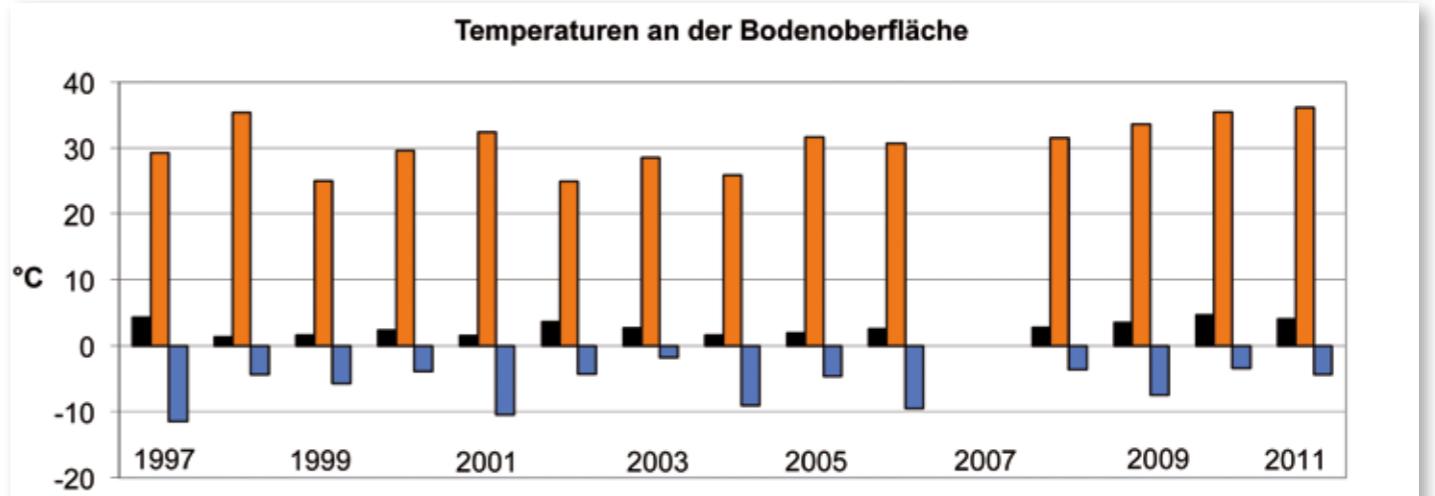
Mikroklima und Biotemperaturen

auf der 1971er Moräne des Rotmoosferner-Gletschervorfeldes



Untersuchungsgebiet im Gletschervorfeld
des Rotmoosfners auf der Moräne des
Gletscherstandes 1971
(Foto: B. Erschbamer 2012)

Temperaturen an der Bodenoberfläche
auf der 1971er Moräne des
Gletschervorfeldes: Jahresmittel
(schwarz), absolute Maxima (orange) und
Minima (blau) in den Jahren 1997-2011.
Für 2007 liegen nur teilweise Daten
vor, daher können hier keine Werte
angegeben werden.



Hochalpine Flusslandschaft Rotmoos

Flusslandschaften im Hochgebirge sind Landschaften der besonderen Art. Neben dem Neuland an der Gletscherfront, das besonders von der Macht des Eises und des Wassers geprägt ist, tragen auch die daran anschließenden hochdynamischen, erosiven und oft verzweigten Umlagerungsstrecken zur Faszination alpiner Landschaften bei. Die Lebewelt der Rotmoosache – obwohl artenarm im Vergleich zu tieferliegenden und weniger dynamischen Fließgewässern – ist reich an Spezialisten mit zahlreichen, unterschiedlichsten Anpassungen an die vorherrschenden extremen Umweltbedingungen.



Die Eintagsfliege *Baetis alpinus* ist schmal und stromlinienförmig in ihrer Gestalt.



Eintagsfliegen der Gattung *Rhithrogena* sind durch die Abflachung des Körpers und der Anordnung der seitlichen Hinterleibskeimen zu einer Haftscheibe gekennzeichnet.



Die Rotmoosache – ein typischer Gletscherbach (Foto: L. Füreder)



Die Zuckmückenlarven der Gattung *Diamesa* sind die typischen Bewohner der Gletscherbäche.



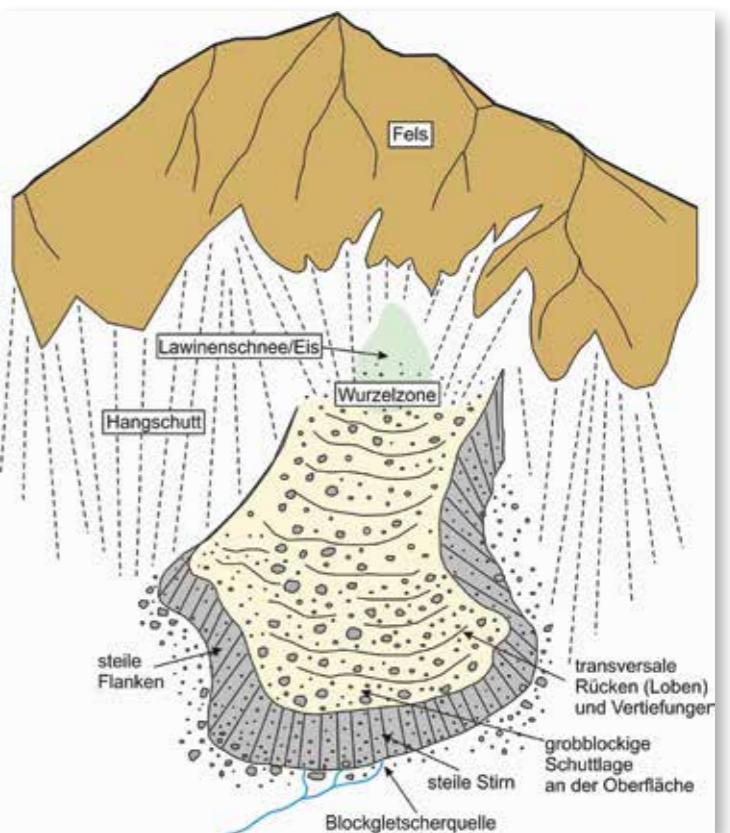
Der aktive Blockgletscher im Inneren Reichenkar (westliche Stubaier Alpen) (2006)

Blockgletscher

Diese Giganten aus Eis und Fels werden trotz ihrer imposanten Erscheinung oft im alpinen Gelände übersehen. Tatsächlich aber sind Blockgletscher die häufigste Form alpinen Permafrosts und in den Alpen, insbesondere auch in den Ötztaler Alpen weit verbreitet. Blockgletscher sind lappen- bis zungenförmige Körper aus ständig gefrorenem Lockermaterial, die sich langsam hangabwärts bewegen. Sie sind gekennzeichnet durch eine auffallende Morphologie mit einer steilen Stirn und steilen Flanken und einer meist grobblockigen, im Sommer ungefrorenen Oberfläche mit oft ausgeprägten Rücken und Vertiefungen.

Hinsichtlich ihrer Aktivität können aktive, inaktive und fossile Blockgletscher unterschieden werden. Aktive Blockgletscher enthalten Eis und bewegen sich langsam abwärts. Inaktive Blockgletscher enthalten ebenfalls Eis sind aber stationär. Fossile (oder reliktische) Blockgletscher enthalten kein Eis mehr und sind meist schon stärker bewachsen.

Von den 3145 in Tirol identifizierten Blockgletschern liegen alleine 421 im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache. Einer der vielleicht best untersuchten Blockgletscher weltweit liegt ebenfalls in dieser Region und zwar ~4 km SSW von Obergurgl...



Schematische Darstellung eines Blockgletschers mit den typischen morphologischen Merkmalen

Der Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar

Der zungenförmige, aktive Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar ist mit einer Länge von 1550 m und einer Fläche von 0,4 km² nicht nur einer der größten Blockgletscher Tirols, sondern auch einer der bestuntersuchten Blockgletscher weltweit. Außergewöhnlich sind vor allem die Bewegungsmessungen der Oberfläche seit 1938. Seitdem, also seit mehr als 75 Jahren, werden im Hochebenkar regelmäßig die Bewegungsraten des Blockgletschers gemessen, womit diese Messreihe als die längste dieser Art weltweit gilt.

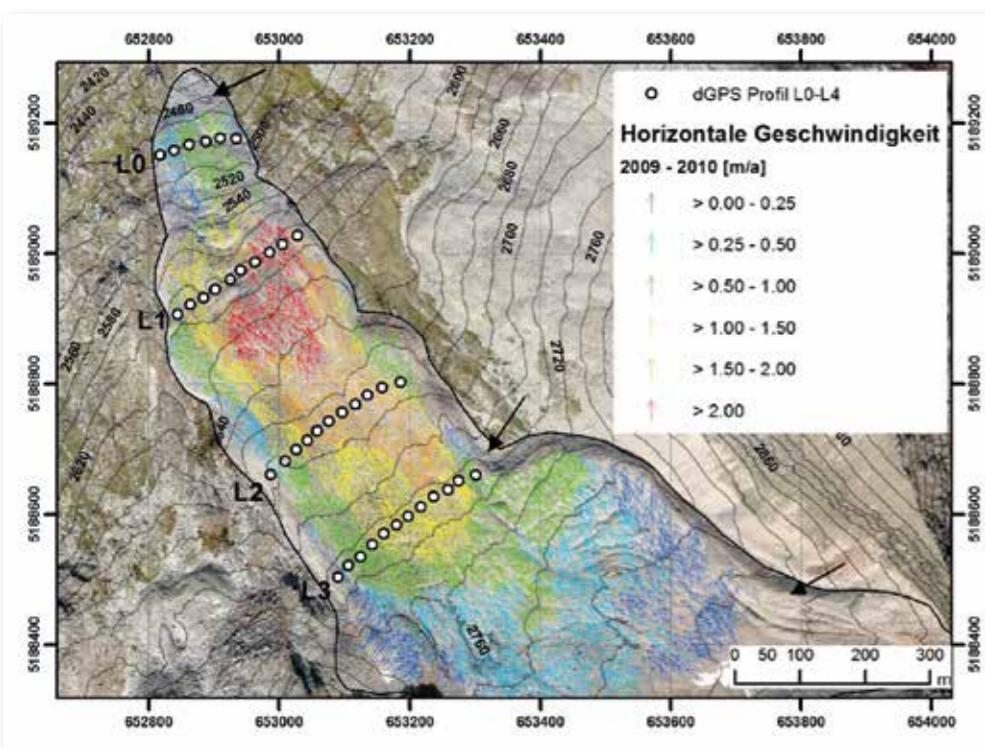
Natürgemäß haben sich seit dem Beginn der Messungen manche Methoden geändert. Die Steinlinien, an denen die langen Zeitreihen der Bewegung der Oberfläche erhoben werden, wurden früher tachymetrisch eingemessen, heute verwendet man dafür differenzielles GPS. Zusätzlich wurden flächenhafte Informationen über Bewegungsmuster früher aus terrestrischen und heute aus flugzeuggestützten Orthofotos sowie seit dem letzten Jahrzehnt aus hochgenauen, mittels Laserscanning generierten, digitalen Höhenmodellen erhoben.

Im Vergleich zu anderen Blockgletschern der Region fließt dieser relativ schnell, mit durchschnittlichen Geschwindigkeiten von knapp über 0,8 m pro Jahr in den letzten 10 Jahren. Erstaunlich ist auch, dass es auf Blockgletscheroberflächen unterschiedlich schnell fließende Bereiche gibt, wodurch lokal auch Fließgeschwindigkeiten von über 2 m pro Jahr gemessen werden.

Die Bewegungsmessungen auf der Oberfläche sind aber bei Weitem nicht die einzigen wissenschaftlichen Untersuchungen auf diesem Blockgletscher...



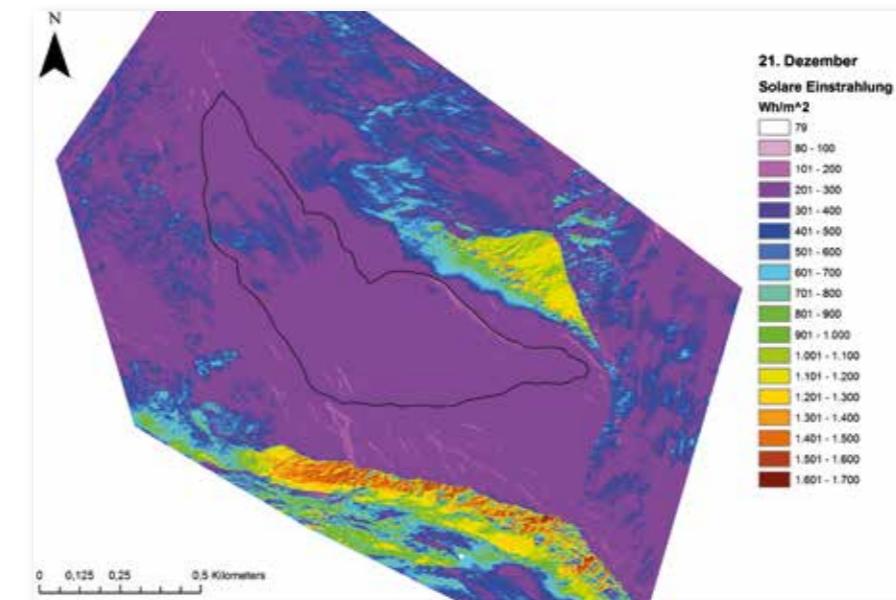
Blick auf den aktiven Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar (Blick Richtung Süden) (Foto: Jakob Abermann)



Auszug aus: „Forschung am Blockgletscher – Methoden und Ergebnisse“;
Kapitel 3: „Der aktive Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar“ von Karl Krainer
Kapitel 7: „Blockgletscherbewegungen im Äußeren Hochebenkar 1953-2010 – eine Methodenkombination aus digitaler Photogrammetrie und Airborne Laserscanning“ von Christoph Klug

Der Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar (2)

Solare Einstrahlung im Äußeren Hochebenkar am 21. Dezember 2012 (Wintersonnenwende) in Wh/m². Der Umriss des Blockgletschers ist in schwarz eingezeichnet.

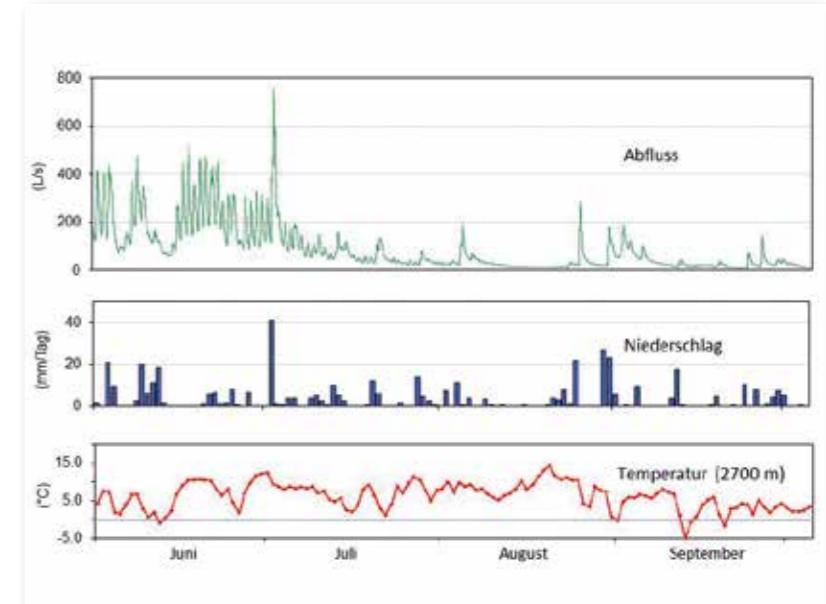


Die Strahlungsbedingungen auf Blockgletscheroberflächen sind vor allem auf Grund der geringen Reflektivität von Eis und Gestein bei kurzwelliger Strahlung im Unterschied zu stark bewachsenen Oberflächen sehr speziell. Dementsprechend sind die Reflektivität und damit auch die Strahlungsverhältnisse bei Schneebedeckung (im Winter) deutlich unterschiedlich zu den Sommermonaten. Dies zeigt sich v.a. durch den wechselnden Einfluss von langwelliger und kurzwelliger solarer Strahlung.

Messungen im Jahr 2012 ergaben eine Jahresmitteltemperatur der Luft von -0,6 °C, während das Jahresmittel der Bodentemperatur in 15 cm Tiefe mit 0,7 °C leicht positiv ausfiel. Der wärmste Monat am Blockgletscher war 2012 der August mit 9 °C, der kälteste der Februar mit -12,3 °C durchschnittliche Lufttemperatur.

Eine ähnliche saisonale Dynamik findet man auch bei den Abflüssen des Blockgletschers, die aber nicht nur von der Temperatur, sondern auch von Niederschlag und der Schneebedeckung abhängig sind. Erst jüngst wurde auch der Chemismus und Teile der Mikroflora der Abflüsse untersucht, was erstaunliche Ergebnisse zu Tage förderte...

Abfluss des Hochebenkarbachs (2.220 m Meereshöhe) in l/s als 15-Minuten-Werte (oben); Tagessummen des Niederschlags in Obergurgl (mm/Tag) (Mitte) und berechnete Tagesmittel der Lufttemperatur in 2.700 m Meereshöhe (°C, unten) zwischen 1.6.2012 und 5.10.2012.
Die Temperatur in 2.700 m wurde mit einem mittleren vertikalen Gradienten von 0,6 °C/100 m ausgehend von der Tagesmitteltemperatur in Obergurgl (1.938 m Meereshöhe) berechnet.

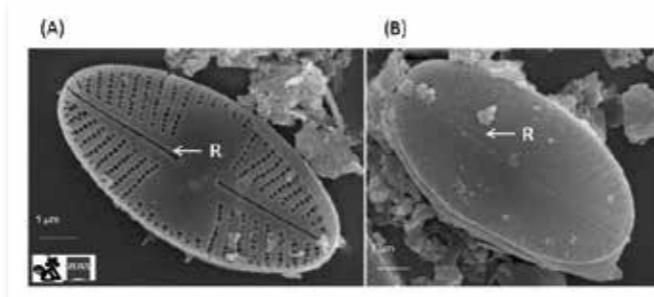


Auszug aus: „Forschung am Blockgletscher – Methoden und Ergebnisse“;
Kapitel 5: „Meteorologische Strahlungsverhältnisse am Blockgletscher Äußeres Hochebenkar“ von Lea Hartl und Andrea Fischer
Kapitel 6: „Blockgletscherabflüsse im Äußeren Hochebenkar – Hydrologie, Wasserchemie und Kieselalgen“ von Ulrike Nickus, Karl Krainer, Hansjörg Thies und Monica Tolotti

Der Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar (3)

So wurden in manchen Blockgletschern erstaunlich hohe Schwermetallkonzentrationen gefunden, deren Ursache noch nicht genau geklärt ist. Sicher ist jedoch, dass dadurch auch die lokale Kieselalgenpopulation beeinflusst wird, nicht nur was die Abundanz sondern auch die Artzusammensetzung betrifft. Dies wurde bei vergleichenden Untersuchungen der Blockgletscherabflüsse im Krummgampental (hohen Schwermetallkonzentrationen) und im Äußeren Hochebenkar (normale Schwermetallkonzentrationen) und in angrenzenden Vergleichsbächen ohne Blockgletschereinfluss festgestellt.

All diese extremen Bedingungen machen den Lebensraum Blockgletscher zu einer besonderen Herausforderung für pflanzliche Besiedler. Nicht umsonst sind fossile Blockgletscher - also solche die keine Oberflächenbewegung mehr aufweisen und auch kein Eis mehr enthalten - in der Regel wesentlich stärker bewachsen als noch aktive Blockgletscher. Dennoch gibt es besonders zähe Pioniere, die auch diesen Lebensraum erobern. Die Pflanzengemeinschaft auf Blockgletschern besteht vor allem aus alpin-nivalen Schutt- und Schneebodenpflanzen und deren Artzusammensetzung unterscheidet sich signifikant von der Vegetation auf Kontrollflächen in unmittelbarer Nähe des Blockgletschers.



Elektronenmikroskopische Aufnahmen von *Psammothidium marginatum* Grunow (A, Innenseite der Raphenschale) und *Psammothidium acidoclinatum* Lange-Bertalot (B, Außenseite der Raphenschale), die im Hochebenkar-Referenzbach und in den Krummgampen-Blockgletscherbächen gefunden wurden. R = Raphe, eine schlitzförmige Durchbrechung der Schalenwand, die als Bewegungsorganell der pennaten Diatomeen dient.
(Fotos: Nicola Angelini; MUSE, Trento, Italy)

Arten der Blockgletscher-Gemeinschaften.

- A – *Cerastium uniflorum*,
- B – *Saxifraga bryoides*,
- C – *Veronica alpina*,
- D – *Silene acaulis* ssp. *escapa*,
- E – *Minuartia sedoides*,
- F – *Androsace alpina*,
- G – *Geum reptans*,
- H – *Ranunculus glacialis*,
- I – *Oxyria digyna*.

(Fotos: R. Graßmair 2009–2010)



Auszug aus: „Forschung am Blockgletscher – Methoden und Ergebnisse“;
Kapitel 6: „Blockgletscherabflüsse im Äußeren Hochebenkar – Hydrologie, Wasserchemie und Kieselalgen“ von Ulrike Nickus,
Karl Krainer, Hansjörg Thies und Monica Tolotti
Kapitel 8: „Die Besiedelung des Blockgletschers Äußeres Hochebenkar im Vergleich zur angrenzenden Vegetation“
von René Graßmair und Brigitta Erschbamer

Flechten und Moose im Raum Obergurgl

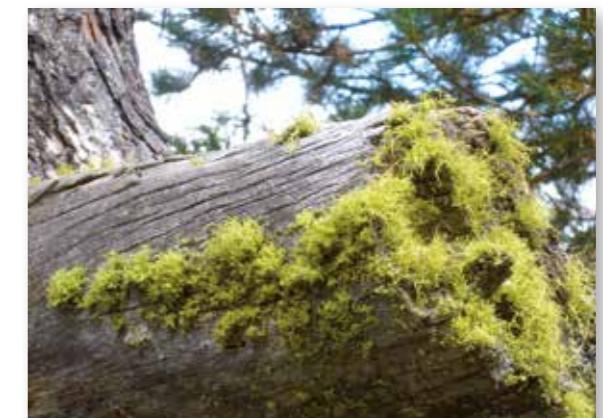
In der Wald- und Zergstrauchzone im Raum Obergurgl sind Moose und Flechten wesentliche Elemente der Vegetation. Neben Boden bewohnenden Arten mit weiter ökologischer Amplitude und Verbreitung sind einige Flechten spezialisierte Baum- bzw. Felsbesiedler. Im Obergurgler Zirbenwald bilden mehrere häufig vorkommende Waldbodenmose (z.B. Rotstängel, Etagenmoos) Massenbestände, im Moor dagegen dominieren Torf- und Braunmose. Die subalpine Zergstrauchheide mit ihrer Vielfalt an Kleinstandorten (z.B. Quellaustritte, Felsblöcke, Windkanten, Schneetälchen) weist jeweils sehr typische Moos- und Flechtengesellschaften auf, wobei besonders Feuchtezeiger (z.B. Lebermose der Gattung *Scapania*) erwähnenswert sind. Eine lokale Besonderheit sind die Massenbestände diverser terrestrischer Strauchflechten in der Gurgler Heide.



Epilithische Krusten- und Strauchflechten:
Blautaugenflechte *Ophioparma ventosa* in der Mitte, *Dimelaena oreina* unten links und *Melanelia hepatizon*, dunkle Flechte auf rechter Bildhälfte



Heideflechte (*Icmadophila ericetorum*) und Schönes Haarmützenmoos (*Polytrichum* = *Polytrichastrum formosum*)



Wolfsflechte (*Letharia vulpina*) auf alter Zirbe



Schneepiegelflechten (*Vulpicida pinastri* in gelb, *Parmeliopsis ambigua* in grau-grün) auf Lärchenborke
(alle Fotos: G. Gärtner)

Auszug aus: „An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung“;
Kapitel 7: „Zur Diversität der Flechten und Moose der subalpinen Stufe im Raum Obergurgl“ von Georg Gärtner und Wolfgang Hofbauer

Lärchen-Zirbenwälder und Zwergstrauchheiden

Lärchen-Zirbenwälder und Zwergstrauchheiden sind landschaftsprägende Vegetationstypen der subalpinen Stufe im inneren Ötztal. Der Obergurgler Zirbenwald ist ein alter, einheitlich aufgebauter Waldbestand. Je nach Kronenschluss und Meereshöhe lassen sich zwei Ausbildungen differenzieren: eine mit Waldsauerklee (*Oxalis acetosella*) und eine mit Gämseheide (*Loiseleuria procumbens*). Die Zwergstrauchbestände unterscheiden sich hinsichtlich Wuchshöhe und Mikrorelief deutlich voneinander. Im Untersuchungszeitraum von 2000 bis 2008 wurden bei Vegetation und Artenzahl teilweise sehr deutliche Veränderungen festgestellt. Mögliche Ursachen dafür sind Biomassenzuwachs infolge von Klimaerwärmung oder Stickstoffeintrag direkt aus der Atmosphäre. Das Befahren mit Skatern wirkte sich ebenfalls auf die Artenzusammensetzung aus.



Die niedrigwüchsigen, spalierartigen Zwergstrauchbestände werden von Flechten geprägt.
(Foto: R. Mayer)



Blick auf einen hochwüchsigen Zwergstrauchbestand auf der Gurgler Heide. Hier herrscht die Rostrote Alpenrose vor.
(Foto: R. Mayer)



Der Obergurgler Zirbenwald ist ein einschichtiger Baumbestand mit alten Zirben. (Foto: R. Mayer)

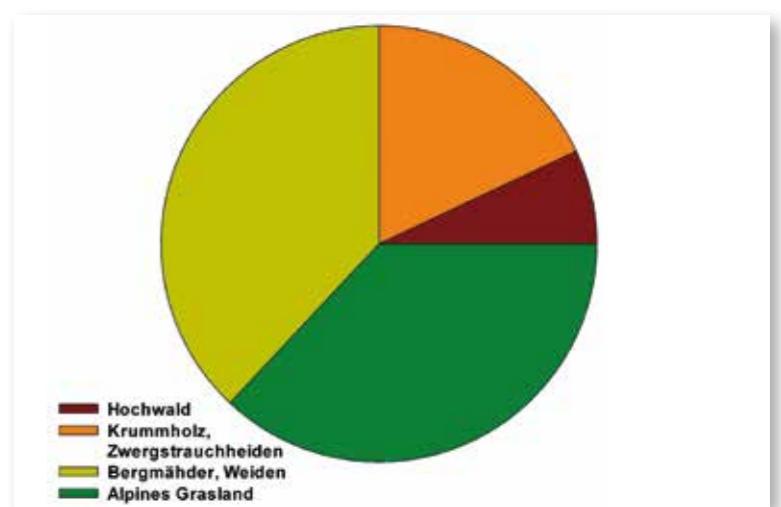


Blick auf den geschlossenen Zirbenwald südwestlich von Obergurgl.
(Foto: B. Erschbamer)



Hochlagenauflorungen als biologische Verbauungen sind eine unverzichtbare Lawinenschutzmaßnahme.
(Foto: L. Weißenbacher)

Anteile verschiedener Formen der Landnutzung im Gurgler Tal in den frühen 1950er Jahren.
(Quelle: Friedel 1961)



Obergurgl 1920 (links) und 2007 (rechts). Im Hintergrund ist die höhere Ausdehnung des Waldes in der Gegenwart zu erkennen.

(Foto 1920: Alpine Forschungsstelle Obergurgl, Foto 2007: R. Jandl)



Wald- und Waldgrenzforschung in Obergurgl

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde durch die anthropogen verursachten Waldverluste im Bereich der Waldgrenze die Schutzfunktion des Waldes dramatisch verringert. In einem angewandten Forschungsprojekt im Raum Obergurgl wurden die erforderlichen Maßnahmen zur Wiederaufforstung entwickelt. Das bleibende Ergebnis dieses Projektes ist das Wind-Schnee-Ökogramm, das Hilfestellungen bei der räumlichen und zeitlichen Planung von Hochlagenauflorungen bietet. Später hat sich das Forschungsinteresse anderen Themen zugewandt. Die Kohlenstoffspeicherung im Boden sowie in der Biomasse von Wäldern im Bereich der alpinen Waldgrenze ist gerade heute eine wichtige Forschungsfrage, da sie die nationale Bilanz der Treibhausgasemissionen beeinflusst.

Die Kulturlandschaft der alpinen Stufe

Die subalpinen Wiesen und Weiden in Ober- und Untergurgl wurden mittels 91 pflanzensoziologischer Aufnahmen untersucht. Sie gliedern sich in Bürstlingsrasen (*Sieversio-Nardetum strictae*) und in Goldhaferwiesen (*Trisetetum flavescentis*). Die Bürstlingsrasen werden mit Pferden und Rindern beweidet oder sind Brachen verschiedenem Alters. Die Goldhaferwiesen werden hingegen bis zu zwei Mal im Jahr gemäht und gedüngt. Durch die unterschiedliche Bewirtschaftungsintensität sind die Bürstlingsrasen signifikant artenreicher als die Goldhaferwiesen. Aufgelassene Flächen verbrachen mit Zwergräuchern, die Artenvielfalt bleibt aber sehr lange auf einem hohen Niveau. Auch eine Änderung der Artenzusammensetzung erfolgt nur sehr langsam.



Das *Sieversio-Nardetum strictae* trifolietosum pratensis gedeiht üppiger und zeigt Anklänge an nährstoffreichere Bestände. (Foto: F. Nagl)



Einzelne der abgelegeneren Bergwiesen werden auch heute noch gedüngt und mit der Hand gemäht. (Foto: B. Erschbamer)



Das *Sieversio-Nardetum strictae* vaccinietosum weist einen hohen Anteil an Zwergräuchern auf, wie zum Beispiel die Besenheide (*Calluna vulgaris*, im Vordergrund). (Foto: F. Nagl)



Das *Trisetetum flavescentis typicum* gedeiht am Talboden, wird intensiv bewirtschaftet und hat einen auffallend niedrigen Artenreichtum. (Foto: F. Nagl)



Metonymien: Die Flur wird über den Umweg der Positionsangabe benannt: Zwischen den Bächen. (Foto: R. Kaufmann)



Pille ('Heuhütte') beim Spitzigen Stein, einem markanten Landschaftspunkt (im Bild rechts oben). (Foto: R. Kaufmann)

Die Landschaft und ihre Namen

Flurnamen wurden zu allen Zeiten von Hirten und Bauern zur Orientierung und zur Kommunikation benutzt. Die reich strukturierte Hochgebirgslandschaft sowie jahrhundertelange Besitzteilungen haben in Obergurgl und in Vent eine große Vielfalt an Toponymen (Örtlichkeitsnamen) begünstigt. Die Wurzeln einiger Flurnamen gehen sogar bis in vorrömische Zeit zurück, mehrere entstammen der romanischen Sprachschicht. Die Mehrzahl aber basiert auf dem Deutschen. Die Flurnamen beziehen sich vor allem auf Geländeformen wie z. B. *Rinne*, ferner auf die Lage der Fluren (*Äußere Wiese – Innere Wiese*) und ihre Größe (*Winkele*). Wichtig war auch die Nennung der Besitzer (*Jakoben Wald*).



Hohlweg für den Viehtrieb: mundartlich *Traje*, ein Wort mit keltischen Wurzeln; heute wird dieser Viehweg mit dem deutschen Flurnamen die *Gasse* benannt. (Foto: R. Kaufmann)



Flurnamen, die auf Dimensionen Bezug nehmen: *Striefele* benennt eine sehr schmale Flur, eben nur ein 'Streifchen'. (Orthofoto: BEV, Befliegung 2003)

Das hydrographische Regime der Ötztaler Ache

Die Ötztaler Ache ist einer der größten Zubringer des Inn in Tirol. Seit der Gründung des Hydrographischen Dienstes in Österreich 1893/94 wird das Gewässer hydrographisch erforscht. Die ältesten Messstellen wurden 1897 eingerichtet, nur wenige davon gibt es heute noch. Die Erfassung des hydrographischen Regimes erfolgt an Pegelanlagen. Die Messungen betreffen Wasserstand, Durchfluss, Wassertemperatur, Schwebstoff und Geschiebe. Ziel ist die Schaffung langer Messreihen, damit auf Basis dieser Datenreihen stete Veränderungen dokumentiert werden, Aussagen zum Klimawandel und extremwertstatistische Aussagen für Langzeitprojekte wie Flussverbauungen gemacht werden können. Die Daten bilden Grundlagen für wasserwirtschaftliche Planungen aller Art, u.a. auch für Kraftwerksplanungen.



Das Einzugsgebiet der Ötztaler Ache mit dem Hauptfluss und den bedeutenderen Zubringern (tiris 2013)



Die Pegelanlage Vent/Rofenache (in Seitental westlich von Obergurgl) im Jahre 2005 mit Pegelhäuschen, Messsteg und betoniertem Gerinne mit Einlauftrumpete im Oberwasser.
Gemessen werden: Wasserstand, Oberflächengeschwindigkeit des Wassers, Wassertemperatur, Schwebstoff- und Gesiebetransport. Sämtliche Parameter werden kontinuierlich gemessen, vor Ort digital aufgezeichnet und mittels GPRS fernübertragen
(Foto: Hydrographischer Dienst Tirol)



Steinfliegenlarven der Gattung *Perla* besiedeln die Ötztaler Ache
(Foto: Arge Limnologie).



Ein typischer Bewohner der Ötztaler Ache ist die Bachforelle
(Foto: W. Mark).

Die Lebewelt der Ötztaler Ache

Die Ötztaler Ache ist einer der wenigen hydrologisch unbeeinflussten Gletscher- bzw. Gebirgsbäche Tirols. Ihre Wasserqualität ist nahezu unbeeinträchtigt. In der Ötztaler Ache findet sich eine an die Gebirgs situation angepasste Lebewelt. Diese setzt sich sowohl aus pflanzlichen Vertretern, wie den Algen, als auch aus tierischen Vertretern, wie verschiedenen Kleinlebewesen und den Fischen zusammen. Im Winter ermöglichen geringere Strömungsgeschwindigkeiten sowie ein reduzierter Schwebstoff- und Gesiebetransport das Aufkommen von größeren Beständen an Kiesel- und Makroalgen. Am Gewässergrund leben Kleinlebewesen, wie Strudelwürmer, Insekten und Insektenlarven. Die Fische der Ötztaler Ache unterliegen aufgrund der Besonderheit dieses Lebensraumes einem sehr hohen Selektionsdruck. Die Fischlebewelt setzt sich daher nur aus wenigen Arten zusammen. Es finden sich in der Ötztaler Ache vornehmlich die Bachforelle und allenfalls im Mündungsbereich zum Inn auch noch die Äsche und die Koppe. Ergänzt wird diese Fischgesellschaft stellenweise durch, über fischereiliche Besatzmaßnahmen eingebrachte, gebietsfremde Regenbogenforellen und Bachsaiblinge.

Hölzer als Zeugen der alpinen Umweltgeschichte

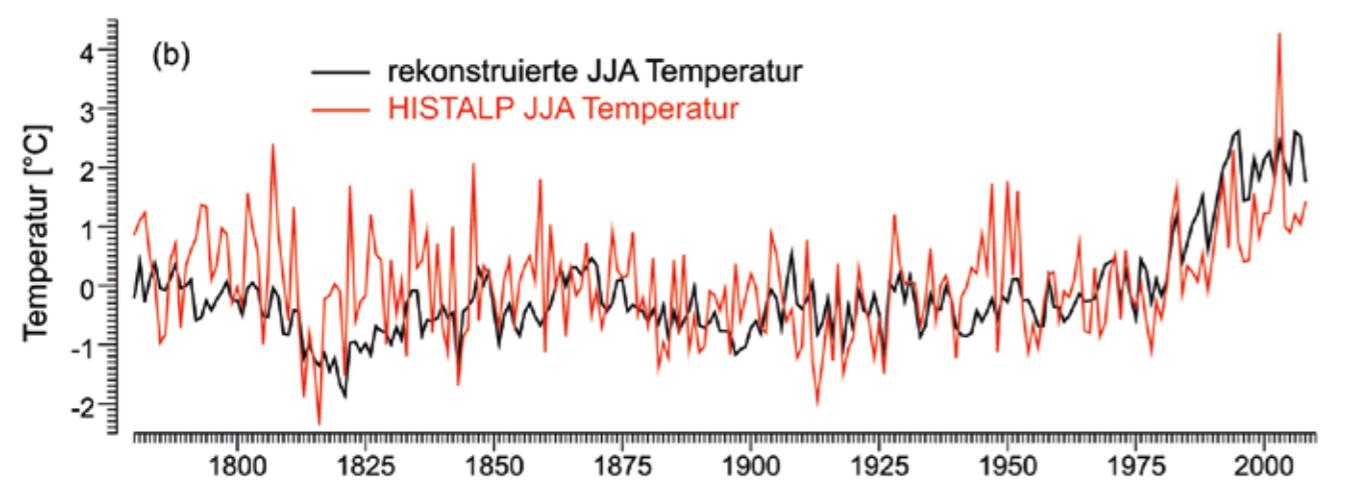
Der Obergurgler Zirbenwald ist einer der Ausgangspunkte der dendrochronologischen Forschung in Österreich. Bohrkerne lebender Zirben (*Pinus cembra*) aus dem Obergurgler Zirbenwald sowie subfossile Holzproben aus dem Zirbenwaldmoor und den kleinen Moorarealen unterhalb der Gurgler Alm wurden untersucht. Die Analyse der Jahrringbreiten der rezenten Bäume zeigt Übereinstimmungen des Radialzuwachses mit der Sommertemperaturentwicklung (Juni-Juli-August-Mittel). Die Jahrringdaten der subfossilen Hölzer aus dem Zirbenwaldmoor decken den Zeitraum zwischen etwa 100 und 1300 n. Chr. ab. Die zeitliche Verteilung der subfossilen Hölzer aus dem Moor unterhalb der Gurgler Alm spiegelt die holozäne Waldgrenzentwicklung zumindest in Ansätzen wider.



Das Obergurgler Zirbenwaldmoor

Ergebnisse der Untersuchungen an rezenten Zirbenproben des Obergurgler Zirbenwaldes: Vergleich der auf Jahrringbasis rekonstruierten sowie der instrumentellen Temperaturreihen (HISTALP Datensatz, Juni-Juli-August-Mittel)

Die Gurgler Alm
(beide Fotos:
K. Nicolussi, 2008)



Auszug aus: „An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung“;
Kapitel 6: „Jahresringuntersuchungen an rezentem und subfossilem Holzmaterial aus dem Raum Obergurgl“ von Kurt Nicolussi und Andrea Thurner

Archäologische Funde im Raum Obergurgl

Für den Raum Obergurgl ist die Anwesenheit des Menschen innerhalb des frühen Mesolithikums (vor ca. 10.000 Jahren) nachgewiesen. Den Schwerpunkt der menschlichen Aktivitäten bildete dabei die Jagd. Diese Nutzungsform scheint sich durch das gesamte Neolithikum bis in die Bronzezeit hinein zu erhalten, während parallel dazu im Alpenvorland und in den großen Alpentälern die Landwirtschaft zunehmend Fuß fasst. Spätestens mit dem Beginn der Kupferzeit, vor ca. 6.300 Jahren, ist eine Nutzung der Hochweiden zu erkennen. Eine weitere Intensivierung dieser Wirtschaftsform setzt laut Pollenprofilen mit der Bronzezeit ein, wovon auch eine größere Anzahl von Pferchanlagen und Schäferhütten zeugt. Eine durchgehende landwirtschaftliche Nutzung bis in unsere Tage scheint schließlich durch weitere Funde aus der älteren und jüngeren Eisenzeit sowie der Römerzeit bis hin zu den ersten Nennungen in Schriftquellen des 13. Jh. n. Chr. gegeben.



Blick über den Beilstein (Bildmitte)
nach Obergurgl, Blickrichtung NO



Ausgrabungen bei der Almwüstung
Beilstein, Blickrichtung Süden

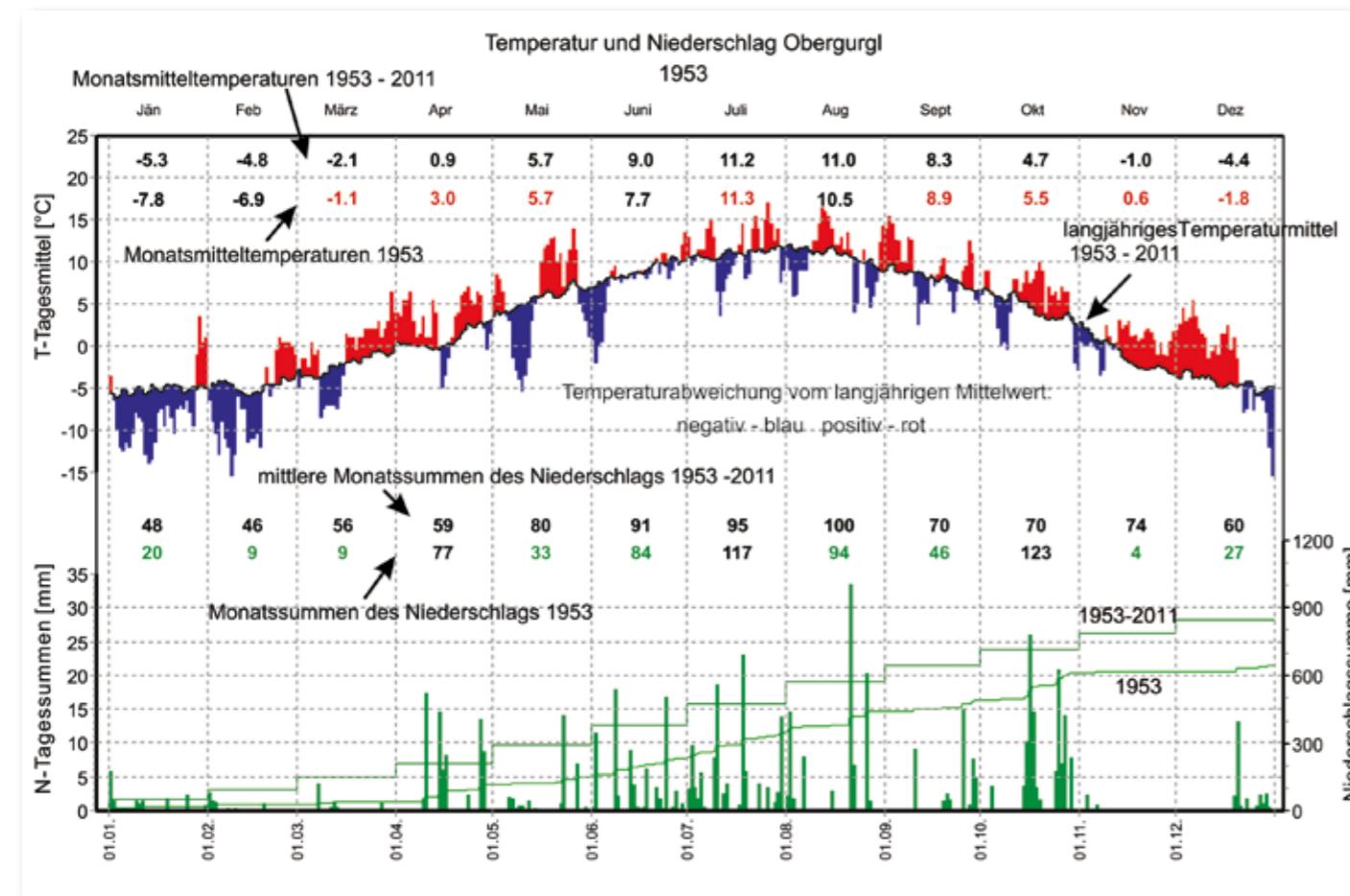
Funde vom Beilstein: Neolithische und
bronzezeitliche Pfeilspitzen
(alle Fotos: A. Zanesco)



Auszug aus: „An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung“;
Kapitel 3: „Zum archäologischen Fundbild in Obergurgl“ von Alexander Zanesco

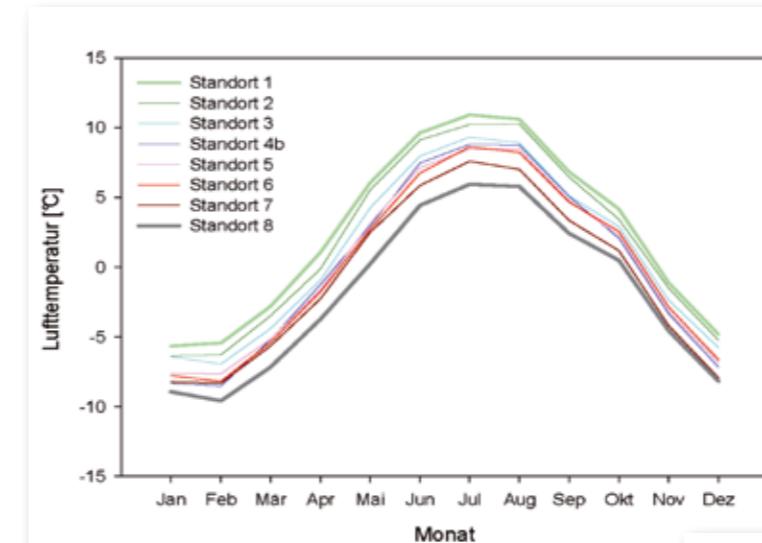
Seit 1953 ist die Wetterstation in Obergurgl in Betrieb. Sie liegt in 1938 m Höhe bei der Alpinen Forschungsstelle, Universitätszentrum Obergurgl (11°01,5'E, 46°52'N). Die Station ist mit den Standardgeräten des österreichischen Wetterdienstes ausgerüstet und registriert laufend diverse Parameter wie Boden- und Lufttemperaturen, Luftdruck, Feuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Die Änderungen von Temperatur und Niederschlag zeigen, wie dem langfristigen linearen Trend kurzfristige Schwankungen überlagert sind, und wie diese je nach Jahreszeit verschieden verlaufen. Unterschiede zum Klima anderer Standorte (lokal, regional, nördlich oder südlich des Alpenhauptkamms, Alpenrand oder -zentrum) können ebenfalls untersucht werden.

Mittlere Monatstemperaturen (oben) und mittlere Monatssummen des Niederschlags der Periode 1953-2011 und von 1953. Die Tagessummen des Niederschlags sind im laufenden Jahr als grüne Säulen (linke Skala), ihre Aufsummierung und die Summierung der Monatsmittel als Stufen (rechte Skala) zu lesen.

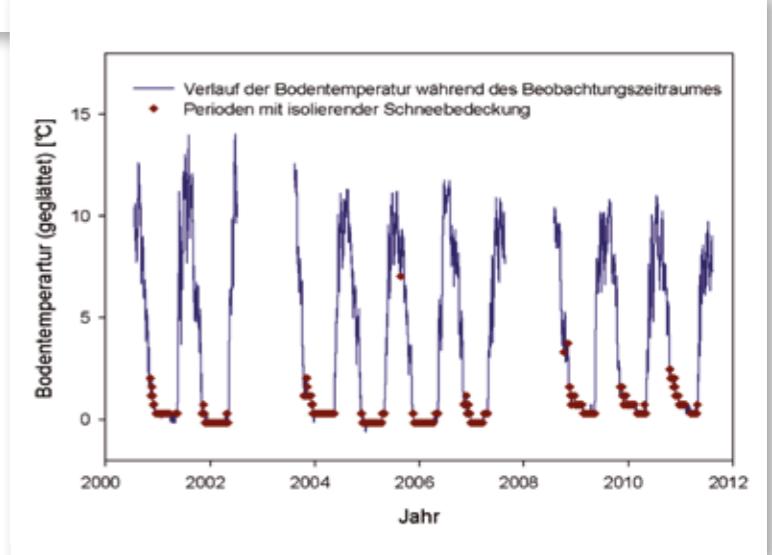


Mikroklimatisches Monitoring in Obergurgl

Monatsmittel der Lufttemperaturen an den einzelnen Standorten, gemittelt über den Untersuchungszeitraum 2000-2011; Standort 1 ist der niedrigst gelegene Standort (1964 m), Standort 8 der höchstgelegene (2793 m)



Geglättete Bodentemperatur (blaue Kurve) an Standort 1 während der gesamten Messperiode. Die roten Symbole markieren jene Perioden, an denen eine absolut konstante Bodentemperatur den Einfluss einer isolierenden Schneedecke anzeigen.



AutorInnenverzeichnis

Baumeister André
 Universität Bochum
 Geographisches Institut
 Universitätsstraße 150, D-44780 Bochum
 Andre.Baumeister@rub.de

Dastych Hieronymus
 Zoologisches Institut und
 Zoologisches Museum Hamburg
 Martin-Luther-King-Platz 3, D-20146 Hamburg
 Dastych@zoologie.uni-hamburg.de

Dreiseitl Ekkehard
 Universität Innsbruck
 Institut für Meteorologie und Geophysik
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Ekkehard.Dreiseitl@uibk.ac.at

Emprechtinger Markus
 Universität Innsbruck
 Institut für Meteorologie und Geophysik
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Markus.Emprechtinger@uibk.ac.at

Erhard Daniel
 Amt der Tiroler Landesregierung
 Abteilung Wasserwirtschaft
 Herrengasse 1-3, A-6020 Innsbruck
 Daniel.Erhart@tirol.gv.at

Erschbamer Brigitta
 Universität Innsbruck
 Institut für Botanik
 Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck
 Brigitta.Erschbamer@uibk.ac.at

Fischer Andrea
 Österreichische Akademie der Wissenschaften
 Institut für interdisziplinäre Gebirgsforschung
 Technikerstraße 21a, A-6020 Innsbruck
 Andrea.Fischer@oeaw.ac.at

Füreder Leopold
 Universität Innsbruck
 Institut für Ökologie
 Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck
 Leopold.Fuereder@uibk.ac.at

Gärtner Georg
 Universität Innsbruck
 Institut für Botanik
 Sternwartestraße 15, 6020 A-Innsbruck
 Georg.Gaertner@uibk.ac.at

Gattermayr Wolfgang
 Amt der Tiroler Landesregierung
 Abteilung Wasserwirtschaft
 Herrengasse 1-3, A-6020 Innsbruck
 Wolfgang.Gattermayr@tirol.gv.at

Graßmair René
 Oberdorf 15, Top 18, A-6074 Rinn
 Rene.Grassmair@gmail.com

Hartl Lea
 Universität Innsbruck
 Alpine Forschungsstelle Obergurgl
 Gaisbergweg 3, A-6456 Obergurgl
 Lea.Hartl@student.uibk.ac.at

Hofbauer Wolfgang
 Fraunhofer-Institut für Bauphysik
 Fraunhoferstraße 10, D-83626 Valley
 Wolfgang.Hofbauer@ibp.fraunhofer.de

Jandl Robert
 Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
 für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)
 Seckendorff-Gudent-Weg 8 , A-1131 Wien
 Robert.Jandl@bfw.gv.at

Kathrein Yvonne
 Universität Innsbruck
 Institut für Germanistik
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Yvonne.Kathrein@uibk.ac.at

Kaufmann Rüdiger
 Universität Innsbruck
 Institut für Ökologie
 Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck
 Ruediger.Kaufmann@uibk.ac.at

Klug Christoph
 Universität Innsbruck
 Institut für Geographie
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Christoph.Klug@uibk.ac.at

Koch Eva-Maria
 Irstea Grenoble - Ecosystèmes montagnards
 Domaine Universitaire
 2, rue de la Papeterie, F-38 400 Saint-Martin-d'Hères
 Eva-Maria.Koch@irstea.fr

Krainer Karl
 Universität Innsbruck
 Institut für Geologie
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Karl.Krainer@uibk.ac.at

Kuhn Michael
 Universität Innsbruck
 Institut für Meteorologie und Geophysik
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Michael.Kuhn@uibk.ac.at

Lütz Cornelius
 Universität Innsbruck
 Institut für Botanik
 Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck
 Cornelius.Lutz@uibk.ac.at

Mayr Roland
 Universität Innsbruck
 Institut für Botanik
 Sternwartestraße 15, 6020 Innsbruck
 Roland.Mayer@uibk.ac.at

Meixner Wolfgang
 Universität Innsbruck
 Institut für Geschichtswissenschaften
 und Europäische Ethnologie
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Wolfgang.Meixner@uibk.ac.at

Nagl Fabian
 Amt der Tiroler Landesregierung
 Abteilung Umweltschutz
 Eduard-Wallnöfer-Platz 3, A-6020 Innsbruck
 Fabian.Nagl@tirol.gv.at

Nickus Ulrike
 Universität Innsbruck
 Institut für Meteorologie und Geophysik
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Ulrike.Nickus@uibk.ac.at

Nicolussi Kurt
 Universität Innsbruck
 Institut für Geographie
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Kurt.Nicolussi@uibk.ac.at

Ortner Lorelies
 Universität Innsbruck
 Institut für Germanistik
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Lorelies.Ortner@uibk.ac.at

Pidner Johanna
 Université de Bourgogne
 UFR Langues et Communication
 Département d'allemand 2, Bd Gabriel, F-21000 Dijon
 Johanna.Pidner@u-bourgogne.fr

Psenner Roland
 Universität Innsbruck
 Institut für Ökologie
 Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck
 Roland.Psenner@uibk.ac.at

Remias Daniel
 Universität Innsbruck
 Institut für Pharmazie
 Innrain 80-82, A-6020 Innsbruck
 Daniel.Remias@uibk.ac.at

Sattler Birgit
 Universität Innsbruck
 Institut für Ökologie
 Technikerstr. 25, A-6020 Innsbruck
 Birgit.Sattler@uibk.ac.at

Schallhart Nikolaus
 Universität Innsbruck
 Alpine Forschungsstelle Obergurgl
 Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck
 Klaus.Schallhart@uibk.ac.at

Schindlbacher Andreas
 Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
 für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)
 Seckendorff-Gudent-Weg 8 , A-1131 Wien
 Andreas.Schindlbacher@bfw.gv.at

Schüler Silvio
 Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
 für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)
 Seckendorff-Gudent-Weg 8 , A-1131 Wien
 Silvio.Schueler@bfw.gv.at

Sieg Gerhard
 Universität Innsbruck
 Institut für Geschichtswissenschaften
 und Europäische Ethnologie
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Gerhard.Sieg@uibk.ac.at

AutorInnenverzeichnis

AutorInnenverzeichnis

Stöhr Dieter
 Amt der Tiroler Landesregierung
 Landesforstdirektion
 Bürgerstraße 36, A-6020 Innsbruck
 Dieter.Stoehr@tirol.gv.at

Thies Hansjörg
 Universität Innsbruck
 Institut für Geologie
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Hansjoerg.Thies@uibk.ac.at

Thurner Andrea
 Universität Innsbruck
 Institut für Geographie
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck
 Andrea.Thurner@uibk.ac.at

Tolotti Monica
 IASMA Research and Innovation Centre,
 Sustainable Agro-ecosystems and Bioresources Department
Edmund Mach Foundation,
 Via E. Mach 1, I-38010 S. Michele all'Adige
 Monica.Tolotti@fmach.it

Türk Roman
 Universität Salzburg
 FB Organismische Biologie,
 AG Ökologie Biodiversität und
 Evolution der Pflanzen
 Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg
 Roman.Tuerk@sbg.ac.at

Zanesco Alexander
 Universität Innsbruck
 Institut für Archäologien
 Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck
 Alexander.Zanesco@uibk.ac.at

Die Alpine Forschungsstelle Obergurgl dankt folgenden Institutionen

- » Ötzal Tourismus, Büro Obergurgl-Hochgurgl
- » Tiroler Landesmuseen
- » Land Tirol,
Abteilung Landesentwicklung und Zukunftsstrategie
- » Verlag Photo Lohmann GmbH
- » Arge Limnologie
- » Hotel Edelweiss & Gurgl
- » Wolfgang Mark, Universität Innsbruck,
Institut für Zoologie

Kontakt

Universität Innsbruck
 Innrain 52, A-6020 Innsbruck

Alpine Forschungsstelle Obergurgl
 Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck
 Gaisbergweg 3, A-6456 Obergurgl

Konzept & Koordination
 Alpine Forschungsstelle Obergurgl
 Nikolaus Schallhart

Grafik & Design
 Universität Innsbruck, Büro für Öffentlichkeitsarbeit

