Geo.Alp, Vol. 7, S. 93–108, 2010

PERMAFROST WORKSHOP OBERGURGL

14. – 15. Oktober 2010
Universitätszentrum Obergurgl, Tirol

VORWORT

Alpiner Permafrost (Blockgletscher, Permafrost in Lockersedimenten, Spaltenfrost) ist auch in den Ost- und Südalpen weit verbreitet. Die Bedeutung des Permafrostes in den Alpen wurde lange unterschätzt, erst der Klimawandel mit seiner seit etwa 1990 spürbaren Erwärmung hat auch in der Öffentlichkeit das Interesse für den Permafrost in den Alpen geweckt.
Inzwischen gibt es auch in Österreich mehrere Arbeitsgruppen die sich mit dem Thema „Alpiner Permafrost" befassen. Ziel dieser Veranstaltung ist, alle, alle, die sich in Österreich und Südtirol mit Alpinem Permafrost befassen oder an diesem Thema interessiert sind, zu einem Workshop einzuladen. Dieser Workshop soll dazu dienen, neue Daten und Ergebnisse über Alpinen Permafrost in den Ostalpen und Südalpen zu präsentieren und diskutieren sowie Ideen und Gedanken zum Thema Alpiner Permafrost auszutauschen.
Der Permafrost Workshop verlief sehr erfolgreich, wurde letztlich von mehr als 40 Teilnehmern besucht. An der Diskussion über die Zukunft der Permafrostforschung in Österreich am 14. Oktober haben Vertreter aller Arbeitsgruppen in Österreich und Südtirol teilgenommen und alle Diskussionsteilnehmer begrüßen die Bildung einer „Arbeitsgruppe Permafrost Österreich" mit dem Ziel, in Zukunft nach Außen als geschlossene Gruppe aufzutreten, die Permafrostforschung inÖsterreich und Südtirol besser zu koordinieren und für ein langfristiges Permafrost-Monitoring geeignete „key sites" auszuwählen und entsprechend zu bearbeiten und betreuen.

Karl Krainer

ORGANISATION

Karl Krainer
Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck.
Tel.: +43 512 507 5585, email: Karl.Krainer@uibk.ac.at

Helmut Hausmann, Ewald Brückl
Institut für Geodäsie und Geophysik, Technische Universität Wien, Gusshausstraße 27-29, A-1040 Wien.
Tel.: +43 1 58801 12823 oder 12820, email: hausmann@mail.tuwien.ac.at, ebrueckl@mail.tuwien.ac.at

WORKSHOP PROGRAMM

13. Oktober Anreise, gemütliches Treffen am Abend
14. Oktober Vorträge und Posterpräsentationen, Diskussion über die Zukunft der Permafrostforschung in Österreich
15. Oktober Exkursion zum Blockgletscher Äußeres Hochebenkar
16. Oktober Abreise

C4AUSTRIA CLIMATE CHANGE CONSEQUENCES FOR THE CRYOSPHERE

Bollmann, E.[1], Briese, C.[2], Fischer, A.[3], Krainer, K.[4], Pfeifer, N.[2], Rieg, L.[1], Sailer, R.[1,5], Stötter, J.[1]

[1] Institut für Geographie, Universität Innsbruck
[2] Institut für Fernerkundung und Photogrammetrie, TU Wien
[3] Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
[4] Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck
[5] alpS, Centre for Climate Change Adaption and Technology, Innsbruck

In Folge des globalen Klimawandels und dessen regionalen Folgen erfahren die Europäischen Alpen seit den 1980er Jahren einen überdurchschnittlich hohen Temperaturanstieg. Für die nahe Zukunft ist für die Alpenregionen ein weiterer Temperaturanstieg prognostiziert, welcher weitreichende Folgen für die Kryosphäre haben wird. Besonders augenscheinlich sind die veränderten Klimabedingungen an den stark schmelzende Alpengletschern zu erkennen. Aufgrund dessen finden intensive Forschungsbemühungen zu Klima-Gletscher-Beziehungen seit mehreren Jahrzehnten statt. Im Gegensatz dazu, werden den raumzeitlichen Veränderungen des alpinen Permafrosts und damit einhergehende Folgeerscheinungen erst in jüngerer Zeit verstärkte Aufmerksamkeit zugewendet.

Das vom Österreichischen Klima- und Energiefonds geförderte Projekt C4AUSTRIA zielt ab, neue Methoden für ein flächenhaftes Monitoring ausgewählter Komponenten der Kryosphäre, wie beispielsweise Gletscher, Toteis, Permafrostflächen (in Schuttmaterial und Felswänden) sowie Blockgletschern zu entwickeln und zu testen. Ein Schwerpunkt des Projekts liegt auf der Anwendung von Laserscanningverfahren - sowohl flugzeuggestützt (ALS) in full-wave und gepulster Form als auch terrestrisch (TLS) - um Veränderungen der Kryosphäre räumlich zu erfassen und darüber hinaus Veränderungsraten zu quantifizieren. Dazu wurden verschiedene Untersuchungsregionen und Ziele festgelegt: 1) Weiterführung des weltweit einzigartigen ALS-Datensatzes am Hintereisferner (17 Befliegungskampagnen seit 2001) um die Auswirkungen des Klimawandels auf Flächen- und Volumenänderungen des Gletschers und Toteis zu erfassen. Neben den Untersuchungen am Gletscher selbst, wird im Hintereisfernergebiet zudem das Potential von multi-temporalen ALS-Daten für die Erfassung von flächenhaft ausschmelzenden Permafrostgebieten (Rofenberg) evaluiert. 2) ALS-Befliegungen an Blockgletschern im Äußeren Hochebenkar, Inneren Reichenkar, Innerer Ölgrube und im Schrankar mit dem Ziel sowohl Veränderungen der Blockgletscheroberfläche, welche durch Ausschmelzen des Eisanteils und Deformation bedingt, sind zu erfassen, sowie Fließbewegungen (Richtung und Geschwindigkeit) abzuleiten. 3) Um die Auswirkungen des Klimawandels auf ausschmelzendes Eis in Felswänden und damit einhergehende Steinschläge zu erfassen, werden multitemporale TLS-Messungen im Krummgampental (Kaunertal) durchgeführt.

Die angewandten Fernerkundungsmethoden werden durch verschiedene in-situ Messungen in den Testgebieten unterstützt und evaluiert.

Präsentiert werden erste Ergebnisse des Projekts wie beispielsweise Oberflächenhöhenänderungen und Deformation der Blockgletscher sowie Volumenänderungen des Hintereisferners.

WIE BEEINFLUSST PERMAFROST DEN ABFLUSS? – ANSATZ UND ERSTE DATEN VOM EINZUGSGEBIET KRUMGAMPENTAL, ÖTZTALER ALPEN

Hausmann, H.[1], Krainer, K.[2], Brückl, E.[1], Chirico, G. B.[3], Blöschl, G.[4], Eipeldauer, S.[1], Illnar, R.[1], Komma, J.[4]

[1] Institut für Geodäsie und Geophysik, Technische Universität Wien, Gusshausstrasse 27-29, A-1040 Wien
[2] Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck
[3] Dipartimento di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio, Università di Napoli Federico II, Napoli
[4] Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie, Technische Universität Wien, Karlsplatz 13, A-1040 Wien

Wie beeinflusst Permafrost im Lockergestein das hydrologische Regime? Diese Arbeit zeigt wie im Rahmen des Projekts ‚Permafrost in Austria' diese Fragestellung untersucht wird und präsentiert erste Ergebnisse des Einzugsgebietes Krumgampental (Ötztaler Alpen, Tirol). Für die Erfassung der Permafrostverbreitung wurde zunächst eine seismische Methode verwendet. Mit einem empirisch-statistischen Modell (Höhe, Strahlung) wurden diese Daten flächenhaft extrapoliert. Als Nachweis für die Existenz von Permafrost wurden kontinuierliche Aufzeichnungen von BTS-Loggern verwendet. Zur Quantifizierung der Sedimentspeicher wurden geophysikalische Methoden (Georadar, Seismik) in Kombination mit geomorphometrischen Analysen verwendet. Für

die hydrologische Untersuchung stehen Feldbeobachtungen, Wasserproben, Sedimentproben, und Abflußmessungen an vier Pegel zur Verfügung. Zur Trennung des Grundwasseranteils von Oberflächen- und Zwischenabfluss wurde eine Rezessionsanalyse des Basisabflusses angewandt.

Das Krumgampental (2400-3300 m) hat eine Fläche von 5.5 km², einen mittleren Jahresniederschlag von 1500 mm, die mittlere Jahrestemperatur an der in der Nähe liegenden meteorologischen Station (2500 m) beträgt -0.7°C. Die vorherrschenden Untergründe bestehen aus Moränenablagerungen (27% LIA, 18% prä-LIA), Schutthalden (17%), Blockgletscher (5%), und Fels (33%). Permafrost mit aktiven Schichtdicken von ~5 m wurden in Höhenlagen von 2500 (nordseitig) bis 2850 m detektiert. Die Mittelwerte für die Sedimentspeicher betragen 8 m (Schutthalden), 6 m (prä-LIA Moränenablagerung), 5 m (LIA Moränenablagerung), und 20 m (Blockgletscher). Die aufgezeichneten Abflussdaten sind durch die Prozesse der Schneeschmelze, Grundwasserabfluss sowie Oberflächen- und Zwischenabfluss mit Spitzenwerten von 2000 l/s charakterisiert. Die Abflussdaten vom Jahr 2009 zeigen eine Anreicherung von Grundwasser von Ende April bis Anfang August. Die Rezessionsanalyse ergab eine Reaktionszeit von über 30 Tagen für das Grundwassersystem. Der Vergleich zwischen Grundwasserspeicher aus der Rezessionsanalyse und dem Sedimentspeicher aus den geophysikalischen Untersuchungen zeigen ähnliche Werte.

PERMAFROST IM FELS – ERSTE ERGEBNISSE DER SEISMISCHEN TOMOGRAPHIE AM SONNBLICKGIPFEL (3106 m, HOHE TAUERN)

Hausmann, H.[1], Staudinger, M.[2], Brückl, E.[1], Riedl, C.[2]

[1] Institut für Geodäsie und Geophysik, Technische Universität Wien, Gusshausstrasse 27-29/128-2, 1040 Wien.
[2] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, ZAMG Kundenservice Salzburg und Oberösterreich, Freisaalweg 16, 5020 Salzburg.

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des ÖAW-Projektes ‚Permafrost in Austria' durchgeführt, um durch Messung von Felstemperatur, meteorologischen und geophysikalischen Parametern rund um den Sonnblickgipfelaufbau (3106 m, Hohe Tauern, Salzburg) den Einfluss des Klimawandels auf den Permafrost zu dokumentieren. Der verwendete Datensatz umfasst vier seismische Tomographien während der Sommer 2008 und 2009 sowie Felstemperaturen dreier 20 m tiefer Bohrlöcher. Die Anordnung der seismischen Tomographie besteht aus einem 120 m langen Profil. Die seismischen Signale wurden an der Oberfläche angeregt und an Bohrlochgeophonen registriert. Die Darstellung des seismischen Wellenfelds zeigt die zeitliche Variation von P- und vertikal polarisierten S-Wellen. Im Vergleich zu der Messung bei noch teilweise gefrorener aktiven Schicht (Anfang des Sommers) zeigt das ankommende Wellenfeld nach vollständigem Auftauen (Ende des Sommers) eine deutliche Verzögerung mit geringerer lateraler Streuung. Die Laufzeitdifferenzen der P-Wellen zeigen ebenfalls diese Verzögerung und können den Auftau-Prozessen in der aktiven Schicht (< 1 m) zugeordnet werden. Die beobachteten Felstemperaturen zeigen während eines Sommers Temperaturschwankungen bis in ca. 8 m Tiefe. Die aus der Inversion von Laufzeiten resultierende Geschwindigkeitsverteilung des Untergrundes am Sonnblickgipfel indiziert geklüfteten Fels bis in diese Tiefe. Eine 1D-Modellierung der Wärmeleitung ergibt in dieser Tiefe eine Änderung der thermischen Eigenschaften des Permafrosts. Ab einer Tiefe von 8 m zeigen die Laufzeitdifferenzen keine starken Änderungen des sich in Permafrost befindlichen Fels/Kluftsystems. Die Ergebnisse der Temperaturdaten sowie jene der seismischen Tomographie deuten auf die Existenz tief reichender Prozesse im Untergrund hin, welche die zukünftige Stabilität des Gipfelaufbaues beeinflussen könnten.

INTERNE STRUKTUR UND DYNAMIK ZWEIER BLOCKGLETSCHER: ÖLGRUBE UND KAISERBERGTAL (ÖTZTALER ALPEN)

Hausmann, H.[1], Ullrich, C.[2], Krainer, K.[3], Brückl, E.[1]

[1] Institut für Geodäsie und Geophysik, Technische Universität Wien, Gusshausstrasse 27-29, A-1040 Wien.
[2] Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Gruppe Vermessungswesen, Schiffamtsgasse 1-3, 1020 Wien.
[3] Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck.

Die Dynamik aktiver Blockgletscher hängt maßgebend von deren interner Struktur und Eisgehalt ab. Beobachtete Verschiebungsraten stehen daher im Zusammenhang mit der Struktur der Blockgletscher. In dieser Studie werden die Ergebnisse der mit geophysikalischen Methoden erfassten Struktur der Blockgletscher Ölgrube und Kaiserbergtal präsentiert.

Basierend auf dieser Struktur wird ein Kriechmodell angewendet um die dynamischen Prozesse und das geophysikalische Modell selbst zu diskutieren.

Die Ölgrube ist ein zusammengesetzter, zungenförmiger, Blockgletscher mit zwei Stirnflächen, ist 880 m lang, 250 m breit und reicht von 2800 bis 2380 m. Charakteristisch sind die zur Stirn zunehmenden Verschiebungsraten (von 0.4 bis 2 m/a) und der steile Frontwall von 40-45°. Die Auswertung der Georadar und Seismik Daten ergaben die folgende Struktur; 5 m Blockschutt, 25-30 m Permafrost, und 13 m ungefrorene Sedimente. Ein Eisgehalt von 45-60 % wurde aus Schweremessungen in Kombination mit der Struktur ermittelt. Das Kriechmodell wurde für zwei Bereiche berechnet und ergab je nach angenommenen Luftgehalt (0 oder 10 %) Werte von 1 bzw. 2.2 m/a(Wurzelbereich) sowie 1.6 bzw. 5.9 (Stirnbereich) m/a. Das auf den geophysikalischen Daten basierende Kriechmodell ermöglicht die Beschreibung der folgenden dynamischer Prozesse; (i) die zur Stirn ihn zunehmenden Verschiebungsraten können durch zunehmende Dichten erklärt werden, (ii) eine Zone mit steiler Geländeneigung entspricht steilem Untergrund und ergibt eine Ausdünnung des Permafrosts sowie einen lokalen Anstieg der Dichte, (iii) Die Richtungsänderung der Verschiebungen kann mit der ermittelten Neigung des Untergrunds erklärt werden.

Der Kaiserberg Blockgletscher zeigt ein spatenförmiges Erscheinungsbild mit den Ausmaßen von 550 m Breite und 350 m Länge und reicht von 2710 m bis 2585 m. Die Verschiebungsraten betragen im Teil der geophysikalischen Messungen 1 - 2 m/a und nehmen entlang der Fließrichtung (von W nach O) zum Rand hin zu (3 - 4 m/a). Die interne Struktur ergab einen 5.5 m dicken Blockmantel, 23 m Permafrost und 8 m ungefrorene Sedimente. Der Eisgehalt wurde mit Werten von 25-40 % ermittelt. Das Kriechmodell ergab je nach angenommenen Luftgehalt (0 oder 10 %) Werte von 0.3 bzw. 0.8 m/a. Die festgestellte Struktur des Blockgletschers gibt einen Hinweis auf die Entstehung der spatenförmigen Erscheinungsform. Die im Kriechmodell verwendete Struktur produziert Verschiebungsraten ähnlich jenen aus der direkten Beobachtung und gibt einen Hinweis auf die Plausibilität der geophysikalischen Interpretation.

PHOTOGRAMMETRISCHE BEWEGUNGSMESSUNGEN AN DEN HOCHEBENKAR-BLOCKGLETSCHERN

Kaufmann, V.

Institut für Fernerkundung und Photogrammetrie; Technische Universität Graz; Steyrergasse 30; A-8010 Graz, Austria

Oberflächliche Bewegungsmessungen an Blockgletschern können mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt werden. Eine besonders leistungsfähige ist jene der Photogrammetrie, welche auf eine bereits viele Jahrzehnte lange Tradition in der Hochgebirgsforschung zurückblicken kann. Die bildgestützte Bewegungsmessung fand ihre erste Umsetzung in der terrestrischen Photogrammetrie. Nach einer anfänglichen Blütezeit wurde diese Vermessungsmethode jedoch durch die Luftbildauswertung abgelöst. Billige digitale Spiegelreflexkameras und auch automatische Auswerteprogramme lassen wiederum eine Wiedergeburt der terrestrischen Photogrammetrie im Gletscher-Monitoring erahnen.

In diesem Beitrag werden am Beispiel der beiden Blockgletscher im Äußeren und Inneren Hochebenkar, Ötztal, moderne digital-photogrammetrische Auswertemethoden zur Quantifizierung der Morphodynamik von Blockgletschern vorgestellt. Im Zuge von Studienarbeiten wurden sowohl Luftbild- als auch terrestrische Zeitreihenaufnahmen ausgewertet. Die zugrunde liegenden photogrammetrischen Prozessierungsketten werden für beide photogrammetrischen Aufnahmedispositionen im Detail diskutiert.

Das raum-zeitliche Bewegungsverhalten der beiden genannten Blockgletscher wird sowohl in numerischer als auch in graphischer Form dargestellt. Zur eindrücklichen Visualisierung der relativ langsamen und daher direkt visuell nicht wahrnehmbaren Blockgletscherbewegung wurden Zeitraffersequenzen in Form von Computeranimationen erstellt.

Neue, erstmals vorzustellende Auswerteergebnisse beziehen sich auf die vergleichende Analyse von hochauflösenden Orthophotos der Geo-Browser Google Maps und Microsoft Bing Maps mit älteren Datensätzen.

BLOCKGLETSCHERBEWEGUNG UND KLIMAWANDEL IN ZENTRALÖSTERREICH IN DEN LETZTEN 15 JAHREN

Kellerer-Pirklbauer, A.[1, 2], Viktor Kaufmann, V. [2], Lieb, G.K. [1] und Avian, M. [2]

[1] Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz
[2] Institut für Fernerkundung und Photogrammetrie, Technische Universität Graz

Aktive Blockgletscher sind Kriechphänomene des kontinuierlichen und diskontinuierlichen Permafrosts und werden in ihrer Bewegung unter anderem von klimatischen Bedingungen und in der Folge von Bodentemperaturverhältnissen beeinflusst. Eine Zunahme der Bodentemperatur in aktiven Blockgletschern führt zur Erwärmung und folgend zum partiellen Abtauens des Permafrosts. Dies bewirkt eine höhere Verfügbarkeit von flüssigem Wasser was wiederum eine Bewegungszunahme des Blockgletscherkörpers bewirken kann. Bei weiterer Erwärmung und Abtauen des Permafrosteises kommt es jedoch zur reibungsbedingten Geschwindigkeitsabnahme sowie letztendlich nach kompletter Permafrostdegradation zu einer völligen Inaktivität des nunmehr eisfreien Blockgletscherkörpers. Neben diesen klimatischen Faktoren sind es jedoch auch andere Faktoren wie beispielsweise Hangneigung, Topographie des Blockgletscheruntergrundes, seitliche Reibung, Wassergehalt sowie Dicke, Dichte, Schuttanteil, Schuttverteilung und interne Struktur des Blockgletscherkörpers, welche die Blockgletscherbewegung beeinflussen können. In diesem Vortrag wird von den diesbezüglichen Forschungsarbeiten im Bereich der Blockgletscher Dösen (Ankogel Gruppe), Weißenkar sowie Hinteres Langtalkar (beide Schobergruppe) berichtet. Für die gegenständliche Fragestellung liefern jährlich durchgeführte geodätische Bewegungsmessungen, Klimastationen in den Untersuchungsgebieten sowie Bodentemperatursensoren an und nahe der Oberfläche der untersuchten Blockgletscher die Datenbasis. Am Dösener Blockgletscher werden seit 1995 jährlich geodätische Messungen durchgeführt sowie seit 2006 ein intensives Bodentemperatur- und Klimamonitoring betrieben. Am Weißenkar Blockgletscher wurde im Jahr 1997 ein ähnliches geodätische Messprogramm sowie ein Bodentemperaturmonitoring initiiert. Am Hinteren Langtalkar Blockgletscher erfolgte die Einrichtung eines geodätischen Messnetzes im Jahr 1998. Ähnlich der Situation am Dösener Blockgletscher wurde auch hier im Jahr 2006 ein intensives Bodentemperatur- und Klimamonitoring eingerichtet und seither erfolgreich betrieben. Ergebnisse der einzelnen Messprogramme sowie die Erkenntnisse der Korrelationsanalysen werden im Vortrag vorgestellt und diskutiert.

MODELLIERUNG GRAVITATIVER MASSENBEWEGUNGEN ZUR ABSCHÄTZUNG DES GEFAHRENPOTENTIALS FÜR ALPINTOURISTINNEN UND -TOURISTEN SOWIE INFRASTURKTUR IM GEBIET GROSSGLOCKNER-PASTERZE

Kern, K.[1], Lieb, G.K.[1], Seier, G.[1] und Riedl, C.[2]

[1] Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz
[2] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

Felssturz, Steinschlag und andere gravitative Massenbewegungen kommen in Hochgebirgen besonders häufig vor und sind daher von großem Interesse für die Gefahrenbeurteilung. Kommt es zu einer räumlichen Überlagerung des Prozessraumes von Massenbewegungen mit Personen oder Infrastruktur, können diese Prozesse schnell zu Naturgefahren werden. Das Untersuchungsgebiet Großglockner-Pasterze ist eine der beliebtesten Bergtourismusdestinationen Österreichs und verfügt somit über sehr hohes Risikopotential. Ziel dieser Studie ist die Erstellung einer Gefahrenhinweiskarte für Sturz- und flächige Abtragungsprozesse zur Abschätzung des derzeitigen und zukünftigen Gefahrenpotentials für Alpintouristinnen und -touristen sowie Infrastruktur.

In einem ersten Schritt werden mit Hilfe eines Dispositionsmodells potentielle Ursprungsgebiete für Massenbewegungen erfasst und mobilisierbare Fels- und Schuttmassen abgeschätzt. Gemeinsam mit einem Digitalen Höhenmodell (DHM) fließen die Informationen aus dem Dispositionsmodell dann in ein Prozessmodell zur Ermittlung der Reichweite und Ausbreitung des sich hangabwärts bewegenden Materials ein. Neben der Modellierung des derzeitigen Gefahrenpotentials erfolgt auch die Auseinandersetzung mit einem möglichen zukünftigen Szenario für 2030. Die Erstellung des Dispositionsmodells und die Abschätzung der mobilisierbaren Massen erfolgen unter besonderer Berücksichtigung von Gletscherschwund und Permafrost-Degradation, wobei sowohl das Ansteigen der Permafrost-Untergrenze als auch die Vergrößerung der sommerlichen Auftautiefe Berücksichtigung finden.

Das Ergebnis der Arbeit umfasst zwei Gefahrenhinweiskarten (gegenwärtige und zukünftig mögliche Gefährdungssituation) in einem mittleren Maßstab, die eine Klassifizierung der Gefährdungswahrscheinlichkeit bzw. -intensität beinhalten. Die Überlagerung dieser Information mit den markierten Wegen und Routen macht jene Abschnitte dieser Infrastrukturen erkennbar, an denen Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit von Alpintouristinnen und -touristen sinnvoll sein können. Eine Validierung der Ergebnisse erfolgt durch Lokalisierung von Unfallstellen und Wegabschnitten, an denen bereits zusätzliche Sicherungsmaßnahmen oder Neutrassierungen vorgenommen werden mussten.

ENTWICKLUNG EINES EXPERTENSYSTEMS ZUR ÜBERWACHUNG GEFÄHRLICHER FELSWÄNDE – KONZEPT UND ERSTE ERGEBNISSE (KITZSTEINHORN, HOHE TAUERN)

Keuschnig, M., Hartmeyer, I., Otto, J-C. & Schrott, L.

Department of Geography and Geology, University of Salzburg, Hellbrunnerstraße 34A, A-6020 Salzburg

Die Stabilität von Felswänden im Hochgebirge ist im Kontext der Klimaveränderungen ein wichtiger Risikofaktor für die lokale Bevölkerung, den Tourismus und für die Infrastruktur. Zahlreiche Felsstürze und Steinschläge in den Hitzesommern 2003 und 2005 im Alpenraum weisen auf eine mögliche Zunahme von gravitativen Massenbewegungen als Reaktion auf veränderte Klimabedingungen hin. Um auf solche Gefahren und Risiken vorbereitet zu sein, ist innerhalb des nächsten Jahrzehnts die Entwicklung von Klima-Anpassungsstrategien notwendig. Dafür ist das Verständnis der kurz- und mittelfristigen Reaktionen von Felswänden auf klimatische Veränderungen wie Temperatur und Niederschlag von entscheidender Bedeutung.

Das Projekt MOREXPERT erfasst und analysiert relevante Faktoren (Felstemperaturen, Permafrostverbreitung, Gesteinseigenschaften, Klüftigkeit, Felsbewegungen, Kluftwasser, Lufttemperatur, Strahlung, Niederschlag, u.a.) und identifiziert kritische Schwellenwerte und deren Sensitivität gegenüber Veränderungen. Das Hauptziel ist die Entwicklung eines innovativen Expertensystems, basierend auf einer kombinierten Überwachung (Monitoring) der Oberflächen- und Untergrundbedingungen. Verwendet werden state-of-the-art Technologien wie terrestrisches Laserscanning und geophysikalische, geothermische, geotechnische und klimatologische Methoden. Eine große Herausforderung ist die Integration und das Management der im Untersuchungsgebiet erhobenen Datensätze und deren Transformation in praktische, zielgruppengerichtete Information (Decision Support System). Durchgeführt wird das Projekt am Kitzsteinhorn (3204 m, Gemeinde Kaprun, Bundesland Salzburg – Österreich). Das Untersuchungsgebiet bietet alle Voraussetzungen für die Entwicklung und der Anwendung kosteneffektiver Adaptionsstrategien in Hochgebirgsräumen. Hauptziel des Projekts ist die Entwicklung einer kombinierten Methodenstrategie für die Überwachung der Oberfläche und des oberflächennahen Untergrundes von Felswänden. Dies umfasst die folgenden Schritte und Teilziele:

- Erfassung von hochaufgelösten Daten der externen und internen Einflussfaktoren;
- Quantifizierung der Oberflächendynamik auf verschiedenen Skalenniveaus;
- Erweiterung bzw. Spezifizierung des systemtheoretischen Verständnis von Felswänden und deren Sensitivität (Schwellenwerte) in Bezug auf Klimaveränderungen im Hochgebirge;
- Entwicklung eines Überwachungssystem (Expertensystem) für Felswände mit automatisierten und semiautomatisierten Datenanalysen;
- Entwicklung eines Systems zur Entscheidungsfindung (Decision Support System) für unterschiedliche Zielgruppen.

Präsentiert werden die Projektstruktur, das Untersuchungsgebiet und erste Ergebnisse aus den geologischen, geomorphologischen und geophysikalischen Voruntersuchungen.

DER EINFLUSS SCHMELZENDEN PERMAFROSTES AUF DIE WASSERQUALITÄT UND DIE AQUATISCHEN ORGANISMEN ALPINER SEEN – UNTERSUCHUNGEN AN SEDIMENTEN

Koinig, K.A.[1], Ilyashuk, E.[1], Tessadri, R.[2], Lackner, R.[1], Köck, G.[3], Psenner, R.[1]

[1] Institut für Ökologie, Universität Innsbruck, Technikerstraße, A-6020 Innsbruck
[2] Institut für Mineralogie und Petrographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck
[3] Österreichische Akademie der Wissenschaften und Institut für Zoologie, Universität Innsbruck, Technikerstraße, A-6020 Innsbruck

Das Schmelzen der Permafrostböden in den hochalpinen Regionen wird nachhaltig von der rezenten Erwärmung beeinflusst. Das Schmelzwasser, das aus dem Permafrost und den Blockgletschern abrinnt, hat auf aquatische Ökosysteme unerwartete Auswirkungen: diese reichen von einer Erhöhung der Leitfähigkeit bis hin zu einem Anstieg der Metallkonzentrationen auf ein Niveau, das nicht nur toxisch ist, sondern auch einer vielfachen Überschreitung der Grenzwerte für Trinkwasser entspricht. Dabei ist der Prozess, der die Zusammensetzung und v.a. die Metallkonzentration im Schmelzwasser steuert, noch nicht bekannt. Gut belegt ist, dass hohe Metallkonzentrationen aquatische Lebewesen beeinflussen: so kommt es u.a. zu Deformationen und zur Änderung der Artenzusammensetzung. Diesen Sommer wurden aquatische Organismen auf verschiedenen Trophieebenen - von Algen (Diatomeen), über Würmer (Oligochaeten) und Insekten (Chironomiden), bis hin zu Fischen (Saibling) - in zwei Hochgebirgsseen mit Permafrost im Einzugsgebiet untersucht. Um die zeitliche Entwicklung des Metallanstiegs, die daraus resultierenden Änderungen in der Artenzusammensetzung oder toxische Auswirkungen zu erfassen, haben wir kurze Sedimentkerne entnommen. Die Ergebnisse der Untersuchung an den Sedimenten werden mit den Temperaturmessdaten der letzten 220 Jahre, den gemessenen Änderungen atmo¬sphärischer Depositionen und mit Daten aus Eiskernen und Moorprofilen verglichen werden. Hier präsentieren wir die ersten Ergebnisse der Sedimentuntersuchung.

BLOCKGLETSCHER UND NATURGEFAHREN: DER AKTIVE BLOCKGLETSCHER „MURFREIT" IN DER NÖRDLICHEN SELLAGRUPPE, DOLOMITEN

Krainer, K. und Mussner, L.

Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, 6020 Innsbruck

Der Blockgletscher „Murfreit" befindet sich in der nördlichen Sellagruppe auf der „Mittelterrasse", südlich des Grödner Joches bzw. westlich der Pisciadú-Hütte auf einer Seehöhe von 2670 m. Der Blockgletscher ist 420 m lang und 1100 m breit und bedeckt eine Fläche von 33.6 ha. Die Stirn endet auf einer Seehöhe von 2590 m, die Wurzelzone liegt auf 2770 m. Er zeigt eine lobate Form und für aktive Blockgletscher typische morphologische Erscheinungsformen wie steile und meist unbewachsene Stirn, steile Flanken und im westlichen Teil ausgeprägte transversale Rücken und Vertiefungen sowie eine Depression im Wurzelbereich. Außerdem sind im Sommer an der Oberfläche ein, zeitweise auch zwei Thermokarstseen entwickelt, an deren Rändern unter einer dünnen Schuttdecke massives Eis aufgeschlossen ist. Das Eis ist ziemlich rein, grobkristallin und deutlich gebändert. Der Blockgletscher wird aus den steilen Felswänden oberhalb der Wurzelzone mit Hauptdolomitschutt beliefert. In der oberflächlichen Schuttlage überwiegen Gerölle mit Korndurchmessern von 1 – 10 und 11 – 20 cm, Gerölle mit Durchmessern von > 60 cm sind selten.

Die Wassertemperaturen der Blockgletscherquellen (< 1°C), BTS-Messungen und Bewegungsmessungen bestätigen, dass der Blockgletscher Eis enthält.

Im Gegensatz zu den beiden Blockgletschern Im Bereich der Hohen Gaisl fließt beim Blockgletscher Murfreit ein Großteil der Schmelzwässer oberflächlich ab, der Abfluss zeigt starke saisonale und tägliche Schwankungen.

Georadar-Messungen zeigen, dass der Blockgletscher bis zu ungefähr 30 m mächtig ist, wobei im oberen Abschnitt ähnliche Strukturen wie am Blockgletscher im Gletscherkar (Hohe Gaisl) auftreten, die auf einen massiven Eiskern mit Scherbahnen im Eis hinweisen.

Bewegungsmessungen zeigen, dass derzeit der westliche Abschnitt des Blockgletschers noch aktiv ist mit jährlichen Bewegungsraten von meist 5 – 10 cm, stellenweise bis zu 40 cm. Die Stirn des Blockgletschers ist meist um die 20 m, im westlichen, aktiven Teil bis zu 40 m mächtig. Die steile Stirn reicht lokal bis an die Abbruchkante der Terrasse. Dadurch konnten im Jahr 2003 Starkniederschläge auch Teile der steilen Stirn mobilisieren und damit Murgänge auslösen, die die Straße von Wolkenstein zum Grödner Joch vermurt haben. Vor allem die immer noch aktive und entsprechend steile westliche Stirn des Blockgletschers stellt nach wie vor ein Gefahrenpotential dar, Starkniederschläge können hier jederzeit weitere Murgänge auslösen.

BLOCKGLETSCHERINVENTAR ÖTZTALER – STUBAIER ALPEN

Krainer, K.[1] und Ribis, M.[2]

[1] Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, Innrain 52, 6020 Innsbruck
[2] Michael Pfurtscheller Weg 4, 6166 Fulpmes

Im Rahmen des Projektes PermaNET wurde zunächst ein Datenerhebungsblatt für ein Blockgletscherinventar Tirol erstellt. Dieses Datenblatt enthält unter anderem folgende Daten: Nummer (nach Einzugsgebiet), geographische Bezeichnung, Koordinaten, Höhe der Stirn, Wurzelzone und mittlere Höhe, maximale Länge und Breite, Fläche, Exposition, Oberflächenmorphologie, Form, Entstehung, Zustand (aktiv, inaktiv, fossil), Gewässer-Einzugsgebiet, Gebirgsgruppe, Festgesteine im Einzugsgebiet, Quellaustritte im Stirnbereich, Angaben über vorhandene Wasseranalysen, Pegeldaten, Literatur. Diese Daten sind aus den Luftbildern oder Laserscannaufnahmen oft nur beschränkt oder gar nicht zu erfassen. Auch die Unterscheidung in aktiv, inaktiv und fossil ist aus den Luftbildern nur schwer zu treffen, da es zwischen diesen Typen fließende Übergänge gibt und der gegenwärtige Zustand eines Blockgletschers meist erst durch Bewegungsmessungen und andere Untersuchungen erfasst werden kann.

In den Ötztaler und Stubaier Alpen konnten auf österreichischem Gebiet insgesamt 1200 Blockgletscher festgestellt werden. Davon wurden ungefähr 350 als aktiv, 350 als inaktiv und 500 als fossil eingestuft.

Allein im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache konnten 421 Blockgletscher lokalisiert werden, die eine Fläche von ca. 30.5 km² bedecken. Davon wurden 135 als aktiv (14.1 km²), 142 als inaktiv (8.1 km²) und 174 als fossil (8.3 km²) klassifiziert.

Im Einzugsgebiet der Pitze (Pitztal) wurden 133 Blockgletscher aufgenommen mit einer Gesamtfläche von ca. 7.7 km². Davon sind 43 aktiv (3.3 km²), 46 inaktiv (1.9 km²) und 44 fossil (2 km²). Im Kaunertal (Einzugsgebiet der Fagge) wurden 123 Blockgletscher identifiziert mit einer Fläche von 7.3 km². Davon sind ungefähr 39 aktiv (3.4 km²) 42 inaktiv (2 km²) und 42 fossil (1.9 km²). Eine große Anzahl von 205 Blockgletschern befindet sich in den Nauderer Bergen, diese bedecken immerhin eine Fläche von ca. 12.9 km². Ein beträchtlicher Teil (95) wurde als aktiv eingestuft (7.2 km²), 35 als inaktiv (1.4 km²) und 75 als fossil (4.3 km²). Die größten aktiven Blockgletscher sind bis zu ca. 1650 m lang (z.B. Reichenkar) und bedecken eine Fläche von knapp 0.6 km².

Die meisten aktiven Blockgletscher sind nach Norden (NNW –NNE) exponiert. Nach Süden exponierte Blockgletscher sind relativ selten und liegen um ca. 400 m höher als nach Norden exponierte Blockgletscher. Die meisten aktiven Blockgletscher (mittlere Höhe) in den Ötztaler Alpen liegen zwischen 2600 und 2850 m Seehöhe.

PERMAFROSTMONITORING SONNBLICK – ERSTE ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

Kroisleitner, C., Schöner, W., Reisenhofer, S. und Weyss, G.

Abteilung Klimaforschung/Department Climate Research,Bereich Daten, Methoden, Modelle/Division Data, Methods, Modeling, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, 1190 Wien

Seit dem Jahr 2006 finden am Sonnblick im Zuge des Projektes PERSON (PERmafrostmonitoring SONnblick) Messungen der Bodenoberflächentemperatur (BOT) statt, welche durch Messungen der Basistemperatur der Schneedecke (BTS) ergänzt werden.

Es konnten aufgrund der BOT-Messungen erste Ergebnisse, wie zum Beispiel die Untergrenze der Permaforstverbreitung in zwei unterschiedlich exponierten Untersuchungsgebieten, festgestellt werden. Im süd- bis südostexponierten Gebiet Goldbergspitze ergab die Regression aus BOT und Seehöhe eine Untergrenze von ca. 2700m ü. NN. In der nord- bis

nordwestexponierten Wintergasse lag diese Grenze bei etwa 2500m ü. NN. Generell zeigt sich in den jeweils etwa 1km² großen Untersuchungsgebieten allerdings eine sehr heterogene Verteilung der Oberflächentemperatur die sehr stark durch kleinräumige, topographische Unterschiede bestimmt wird.

Da BOT-Sensoren nach dem Abschmelzen der winterlichen Schneedecke stark dem atmosphärischen Einfluss unterworfen sind, wurden Anfang September 2010 im Untersuchungsgebiet Wintergasse 5 Bohrlöcher mit unterschiedlichen Tiefen zwischen 30cm und 130cm gebohrt. Die Bohrlöcher wurden in mehreren Tiefen und an der Bodenoberfläche mit Temperatursensoren ausgestattet. Dies ermöglicht die Messung des Wärmegradienten zwischen Fels und Oberfläche und der bodennahen Temperatur ohne atmosphärischen Einfluss. Durch diese Messungen an der Schnittstelle Erde/Atmosphäre, sollen in Zukunft grundlegende Informationen über die Verbreitung und das Verhalten von Permafrost gewonnen werden.

PERMAFROST IM FELS – ERSTE DATEN DER HORIZONTALBOHRUNG AN DER GRAWAND IM SCHNALSTAL (ALPENHAUPTKAMM, SÜDTIROL, 3.200 m)

Lang, K.[1], Mair, V.[1], Tonidandel, D.[1], Leiter, J.[2]

[1] Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Eggentaler Str. 48, I-39053 Kardaun
[2] Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck.

Der Grat der Grawand (3.251 m) im hintersten Schnalstal (Südtirol) verläuft ziemlich genau in Ost-West-Richtung und ist Teil des Alpenhauptkammes. Anstoß zur Durchführung der Bohrungen und Messungen waren die teilweise schlechten Stabilitätsverhältnisse am Bergkamm. Der Felskamm der Grawand war bis vor einigen Jahrzehnten noch vom Eis des Hochjochferners bedeckt. Wegen des Abschmelzens des Eises liegen heute die nackten Felsflanken frei. Der zum Teil stark zerlegte Hangabschnitt stellte eine zunehmende Gefährdung des darunter liegenden Skiwegs durch Stein- und Blockschlagereignisse bis hin zu möglichen Felsstürzen dar. Die Schnalstaler Gletscherbahn AG wollte zudem Informationen über die allgemeine Standfestigkeit des Felskammes gewinnen, um bereits bestehende Infrastrukturen eventuell zu schützen und zukünftige Investitionen besser zu planen. Bei dem an der Grawand aufgeschlossenen Gestein handelt es sich um Metasedimente des ostalpinen Ötztalkristallin. Die Metasedimente an der Grawand bestehen aus einer Wechsellagerung von Paragneisen und Glimmerschiefern, die einen unterschiedlichen Mineralbestand und somit verschiedene Farbgebung aufweisen. Aus diesem Grund sind die Lagerungsverhältnisse der Gesteine besonders deutlich zu erkennen und zu verfolgen. Die Gesteine sind stark isoklinal verfaltet, wobei die Schieferung im Bereich der Schenkel mehr oder weniger konstant gegen NNE einfällt. Weitere bedeutende Strukturelemente, die den E-W streichenden Bergkamm kennzeichnen, sind 3 Kluftsysteme (K1, K2 und K3). Der Verschnitt dieser Kluftsysteme mit der Schieferungsfläche bewirkt das Entstehen von Pultflächen, welche ideale Abgleitflächen für Blöcke und ganze Felspartien bilden. Der Bergkamm zeigt einen starken Zerlegungsgrad, der mit der oberen Auftauschicht des Permafrostes, der aktiven Schicht, in Verbindung steht.

Die in den Bohrlöchern installierten hochempfindlichen Messgeräte für Bewegung (Stangenextensometer) und Temperatur (Thermistorenketten) dienen somit zum Einen als Beobachtung der möglichen Hangbewegungen und zum Anderen als Forschungsstation zur Untersuchung der klimatisch bedingten Veränderungen des Permafrosts.

Das erste Bohrloch (B1) verläuft ziemlich genau senkrecht zur Schieferung der Gesteine und hat eine Länge von 162 m. In diesem Bohrloch wurden fünf Stangenextensometer installiert, welche die inneren Bewegungen (thermische Dilatation) des Festgesteines messen und registrieren.

Das zweite Bohrloch (B2) verläuft ziemlich genau in Nord-Süd-Richtung, hat eine Länge von 133 m und erreicht sowohl an der Nord- als auch an der Südseite die Oberfläche. Es wurde mit Thermistorenketten ausgestattet, welche automatisch ein Temperaturprofil im gesamten Bohrloch aufzeichnen.

Weiters wurden beide Bohrlöcher mit optischen Bohrlochaufnahmen befahren, die einen Aufschluss der inneren Struktur des Festgesteins geben. Bereits bei den Bohrarbeiten wurden in verschiedenen Tiefen immer wieder große, offene Klüfte angefahren, was den Bohrfortschritt wesentlich verlangsamte. Diese Klüfte waren nicht mit Eis verfüllt.

Die Temperatur- und Bewegungsdaten beider Bohrlöcher können seit Dezember 2009 über eine GSM Leitung (vom Datenlogger zur Bergstation der Seilbahn) und Internetverbindung vom PC aus eingesehen werden. Eine erste Analyse der Temperaturdaten hat ergeben, dass an der Nordseite der Gra-

wand bis in einer Bohrlochlänge von 5 m extreme Temperaturschwankungen herrschen. Weiters wurde festgestellt, dass im Bohrloch von Anfang Dezember 2009 bis Anfang Juni 2010 durchgehend Minusgrade herrschen. Im Sommer herrschen im Bohrloch an der Nordseite der Grawand zwar während des Tages bis in eine Länge von 4 m Plusgrade, an wenigen Tagen im Sommer wurden bis in eine Länge von maximal 2 m permanent Plusgrade gemessen. Ab einer Länge von 4 m herrschen im Bohrloch durchgehend Minusgrade.

An der Südseite der Grawand sind die Tage häufiger, an denen die Temperatur im Bohrloch Plusgrade erreicht. Der dauerhaft gefrorene Bereich liegt wesentlich tiefer, und zwar über 25 m Bohrlochlänge.

HUBSCHRAUBER-GESTÜTZTE VERMESSUNG VON STEILEN UND UNZUGÄNGLICHEN GEBIETEN

Legat, K., Trimmel, W., Mendes-Cerveira, P. J.

Vermessung AVT ZT GmbH, Eichenweg 42, A-6460 Imst

Eine wesentliche Grundlage für die Dokumentation und das Verständnis von klimatisch bedingten Umweltveränderungen sind hochauflösende räumliche Daten. Für die flächenhafte Aufnahme mit hoher Qualität bietet sich die luftgestützte Vermessung mit Photogrammetrie und Laserscanning an. Die Vermessung AVT hat gemeinsam mit ihrem Partner Bewag Geoservice ein hubschraubergestütztes Messsystem entwickelt, das für die Aufnahme in topographisch schwierigen Umgebungen ideal geeignet ist. Für die Vermessung von steilen Oberflächen kann die Sensorik zur Seite geneigt werden, um eine bestmögliche Aufnahmegeometrie zu erzielen.

Mit diesem Messsystem wurden im September 2009 das Gebiet der Bliggspitze / Kaunertal und im August 2010 der Gross Kärpf im Kanton Glarus / Schweiz aufgenommen. Anhand von Daten dieser Befliegungen wird die Leistungsfähigkeit dieses Messsystems demonstriert. Darüber hinaus werden Vergleiche mit Daten aus früheren Befliegungen in diesen Gebieten gezogen. Dadurch erhält man ein Bild über die geometrischen Veränderungen in dem Gebiet.

PERMAFROST UND BLOCKGLETSCHER – EIN THEMA FÜR DIE SCHULISCHE UND INFORMELLE UMWELTBILDUNG?

Lieb, G.K.,[1], Nutz, M.[2] und Krobath, M.[3]

[1] Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz
[2] KommunikationsDesign, Graz
[3] Umweltbildungszentrum Steiermark, Graz

Die Begriffe Permafrost und Blockgletscher finden sich in den Lehrplänen der österreichischen Schulen nicht. Es wäre jedoch falsch, daraus den Schluss zu ziehen, dass man diese Themen somit nicht in den Fächern Geographie und Wirtschaftskunde sowie Biologie und Umweltkunde behandeln könne/dürfe. Ganz im Gegenteil: Lehrerinnen und Lehrer sind nicht nur in der Wahl der Unterrichtsmethoden, sondern vielfach auch der Inhalte frei, um die in den Lehrplänen definierten Lehrziele zu erreichen. Dies ist in vielen Fällen durch die Behandlung einer komplexen Querschnittsmaterie wie dem Permafrost sehr effizient möglich und kann bei entsprechender methodischer Umsetzung zum Aufbau von persönlichern Qualifikationen in den Bereichen Umwelt- und Synthesekompetenz bei Schülerinnen und Schülern beitragen.

Im Bereich der informellen Umweltbildung hat der Permafrost hingegen längst Eingang in die Inhalte etwa von Informationstafeln und Lehrwegbroschüren gefunden, wenn auch die schwerpunktmäßige Behandlung des Themas bislang noch selten ist. Eine solche bietet sich jedoch im übergeordneten Kontext des globalen Klimawandels an, weil für erlebnisorientiertes Umwelt-Lernen die (intakte) Hochgebirgs-Landschaft ein ideales Erlebnis-Setting darstellt, das mittels relativ einfacher Inszenierungstechniken ein vertieftes Freizeiterlebnis fördert. Dieses wiederum kann die Möglichkeit eröffnen, bei den Konsumentinnen und Konsumenten solcher Angebote Bewusstseinsänderungen hervorzurufen und in weiterer Folge die Bereitschaft zu nachhaltigem Handeln zu steigern.

Der Vortrag diskutiert die Rahmenbedingungen, die die Vermittlung des Themas Permafrost und Blockgletscher im schulischen und informellen Bereich vorfindet. Dies wird mit Hilfe zweier konkreter Umsetzungsbeispiele veranschaulicht:

- Ein im Rahmen des Projekts PermaNET (Teil der Europäischen Territorialen Kooperation, kofinanziert vom Europäischen Regionalentwicklungsfonds ERDF im Rahmen des Alpine Space Programms: www.alpine-space.eu) entwickeltes Lernmodul mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe als wichtigster Zielgruppe.
- Der erste speziell dem gegenständlichen Thema gewidmete Erlebnisweg in den österreichischen Alpen, der „Blockgletscherweg Dösental" (Hohe Tauern), der seit 2002 existiert und seit 2009 auch über eine nach umweltdidaktischen Prinzipien gestaltete Begleitbroschüre verfügt.

BLOCKGLETSCHERKATASTER IN SÜDTIROL – PILOTSTUDIE MIT VORBILDCHARAKTER FÜR DEN GESAMTEN ALPENRAUM?

Mair V.

Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Eggentaler Str. 48, 39053 Kardaun

Im Rahmen des Projektes PROALP (Kartierung und Überwachung von Permafrost-Phänomenen in den Alpen) wurde ein Inventar der Blockgletscher in Südtirol erstellt. Als Basis für die Kartierung der Blockgletscher wurde in einem ersten Schritt die Struktur der Datenbank (GIS) entwickelt. Das Datenmodell für die Kartierung der Blockgletscher lehnt sich an das Klassifikationsschema von Burger et al. (1999) und an verschiedene Inventare des Alpenraums an (Carton et al. 1988, 1993; Frauenfelder 1997; Guglielmin & Smiraglia 1997; Imhoh 1994, Juen 1999). Der Datensatz wird in Form von Polygonen dargestellt. Größere Blockgletscher, die eine Unterteilung in einen inaktiven und einen aktiven Teil zulassen, werden als Teilflächen dargestellt. Bestehende Kartierungen wie aus dem CARG- Projekt wurden in den Blockgletscherkataster eingearbeitet. In diesem Fall ist die Quelle im Datensatz zitiert.

Die Zuweisung der Information über die Aktivität der einzelnen Blockgletscher erfolgte neben der visuellen Interpretation der Morphologie mit Hilfe des digitalen Geländemodells (Auflösung 2,5 x 2,5 m aus dem Jahr 2006), der Orthofotos verschiedener Generationen (2000, 2003, 2006, 2008) sowie mit Hilfe der Radarinterferometrie. Aufgrund der Lage der Blockgletscher oberhalb des dichten Vegetationsgürtels eignet sich diese Technik sehr gut für die Analyse von Hangbereichen, die sich verändern. Das Grundprinzip der differenziellen Radarinterferometrie beruht auf der Kombination von zwei Radarszenen des gleichen Gebiets, die jedoch zu zwei verschiedenen Zeitpunkten und somit von zwei leicht unterschiedlichen Positionen des Radarsensors aufgenommen wurden (Zilger et al . 2006, Mair et al. 2008). Im Rahmen dieses Projektes kamen Radarszenen der Erdbeobachtungssatelliten ERS-1/-2 und ENVISAT (Europa) sowie JERS und ALOS-PALSAR (Japan) zum Einsatz.

Die Struktur des Blockgletscherkatasters konnte ohne großen Aufwand an die Erfordernisse der Datenbank des Interreg IVB Projektes PermaNET – Permafrost long-term monitoring network angepasst werden und diente dieser sogar als Vorbild.

Derzeit enthält der Kataster 1779 Blockgletscher, davon wurden etwa 20% als intakte (aktiv und inaktiv) und 70% als fossile Blockgletscher bewertet. Bei etwa 10% konnte nicht mit Sicherheit Auskunft über den Status der Aktivität gegeben werden.

Die Datenbank wird vom Amt für Geologie und Baustoffprüfung gewartet und wird bei weiteren Detailuntersuchungen und neuen Erkenntnissen ergänzt. Die Daten sind im GeoBrowserPro über die website der Abteilung Informationstechnik für alle Bürger zugänglich.

STOFFKONZENTRATIONEN IM ABFLUSS VON BLOCKGLETSCHERN

Nickus, U. [1], Thies, H. [2], Krainer, K. [3] und Tessadri, R. [4]

[1] Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck
[2] Institut für Ökologie Universität Innsbruck, Technikerstraße, A-6020 Innsbruck
[3] Institut für Geologie und Paläontologie Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck
[4] Institut für Mineralogie und Petrographie Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck

Der Abfluss von aktiven Blockgletschern weist in der Regel ausgeprägte saisonale und tägliche Schwankungen auf. Messungen der elektrischen Leitfähigkeit und $\delta^{18}O$ Werte im Abfluss von aktiven Blockgletschern in den österreichischen Alpen weisen auf die wechselnden Beiträge von Schmelzwasser aus der winterlichen Schneedecke, der Eisschmelze und von Grundwasser hin (e.g. Krainer & Mostler 2002, Krainer et al. 2007). Über die in Blockgletscherabflüssen vorliegenden Stoffkonzentrationen und deren saisonale Variabilität ist in der Literatur bisher nur wenig bekannt. Messungen im Schnalstal

(Südtirol), Ötztal und im Kaunertal (Nordtirol) zeigen eine meist ausgeprägte Zunahme der Konzentration von Ionen und Metallen zwischen Frühsommer und Herbst und bestätigen Ergebnisse von Williams et al. (2006) aus den Rocky Mountains. Kalzium, Magnesium und Sulfat bestimmen mit einem relativen Anteil von bis zu 98% die Gesamtionensumme. Maximale Werte der elektrischen Leitfähigkeit liegen über 500 µS/cm. Auch der Gehalt an Metallen kann in Blockgletscherabflüssen stark erhöht sein. So übersteigen z.B. im Kaunertal (Krumgampen) die Konzentrationen an Nickel und Aluminium die für Trinkwasser geltenden Grenzwerte um den Faktor 10 bis 30. Die Herkunft der im Abfluss von aktiven Blockgletschern gemessenen hohen Konzentrationen an Ionen und Metallen ist noch nicht geklärt. Vergleiche mit Bächen, die nicht mit Schmelzwasser aus Blockgletschern gespeist werden, legen den Schluss nahe, dass als Folge des Anstiegs der Lufttemperatur vermehrt Stoffe aus dem Eis aktiver Blockgletscher freigesetzt werden. Dies kann die chemische Zusammensetzung von Hochgebirgsbächen und –seen, in deren Einzugsgebiert aktive Blockgletscher liegen, längerfristig verändern, wie am Beispiel von Rasass See und Schwarzsee ob Sölden gezeigt werden konnte (Thies et al. 2007).

PERMAFROSTVERBREITUNG IN DEN HOHEN TAUERN – EIN ZWISCHENBERICHT AUS DEM PROJEKT PERMALP.AT

Otto, J-C.[1], Rupprechter, M.[1], Ebohon, B.[1], Keller, F.[2], Schrott, L.[1]

[1] Fachbereich Geographie und Geologie, Universität Salzburg
[2] Academia Engiadina & Pädagogische Hochschule Graubünden, Samedan, Schweiz

Im Projekt „permalp.at", das von mehreren Partnern unterstützt wird, wird die räumliche Verbreitung des Permafrostes im Bereich der Hohen Tauern untersucht (www.permalp.at). Hauptziel des Projektes ist die Modellierung der Permafrostverbreitung durch die Anpassung der bestehenden, bewährten Ansätze des topoklimatischen Schlüssels (vergl. PERMAKART) auf die lokalen Bedingungen des Untersuchungsgebietes unter Einbeziehung vorliegender und neu erhobener Daten aus Österreich. Der topoklimatische Schlüssel enthält empirische Werte in welchen Geländepositionen (Höhe, Hangneigung, Exposition) Permafrostbedingungen vorherrschen. Die einfließenden Daten stammen aus lokalen Testgebieten innerhalb der Hohen Tauern, die unterschiedliche Geländeeigenschaften bezüglich der Gletscher-, Vegetations-, Schutt- und Felsanteile aufweisen. Die Berechnungen werden auf Basis eines digitalen Geländemodells mit einer Auflösung von 10 m umgesetzt, um das stark strukturierte Gelände des Hochgebirges möglichst genau abzubilden. Zur Verbesserung der Modellierung werden zusätzliche Einflüsse auf die Verbreitung des Permafrostes, z.B. die Oberflächenbedeckung oder die Solarstrahlung miteinbezogen. Als Modelloutput ersetzt eine indexbasierte Darstellung des Permafrostvorkommens die bisher verwendeten „scharfen" Untergrenzen von möglichem und wahrscheinlichem Permafrost. Durch den fließenden Übergang und die Angabe von einem Indexwert der Auftretenswahrscheinlichkeit von Permafrost zwischen 0 und 100 wird die Qualität der Karte deutlich verbessert.

Zudem werden Temperatur-, Gelände- und Untergrunddaten mit geomorphologisch-geophysikalischen Methoden erhoben, um die gegenwärtige Permafrostverbreitung mit hoher räumlicher Auflösung und Genauigkeit zu erfassen. Seit 2008 sind ca. 600 Messungen der Basistemperatur der winterlichen Schneedecke (BTS) in den Hohen Tauern durchgeführt und 25 Temperatur-Datalogger zur Gewinnung von Zeitreihen der Bodentemperatur installiert worden. Im Testgebiet Kreuzkogel wurden die BTS-Werte bereits gut durch das Modell reproduziert. Die BTS-Werte zeigen eine hohe Variabilität in Zusammenhang mit dem Oberflächenmaterial der Messstandorte (Vegetation, Blockschutt, Feinschutt). Die Auswertungen bestätigen, dass Blockschutt die Auftretenswahrscheinlichkeit von Permafrost erhöht, während Vegetation diese stark senkt. An weiteren 19 Standorten in den Testgebieten wurden bislang Geoelektrikmessungen (2D elektrische Widerstandstomographie) durchgeführt, die es ermöglichen, lokale Eisvorkommen indirekt über hohe Widerstandswerte zu detektieren.

Eine erste Abschätzung der Permafrostverbreitung in den Hohen Tauern ist bereits mit dem abgeänderten Modellierungsansatz erfolgt und lässt auf eine Fläche von ungefähr 760 km² (ca. 18 % des Untersuchungsgebietes) schließen, wobei auf ca. 260 km² mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von über 50 % zu rechnen ist.

FELSTEMPERATUREN UND PERMAFROSTVERBREITUNG AM HOHEN SONNBLICK, 3106 m, HOHE TAUERN, SALZBURG

Riedl, C.[1], Klee, A.[1], Böckli, L.[2], Staudinger, M.[1]

[1] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Salzburg, Österreich
[2] Geographiedepartment, Universität Zürich, Schweiz

Im Rahmen des ÖAW Projekts „Permafrost in Austria" wird seit Sommer 2006 in drei 20 m Bohrlöchern die Felstemperatur gemessen, um die Auswirkungen des aktuellen Klimawandels auf den Permafrost zu dokumentieren. Die Lage der Bohrlöcher erstreckt sich in einem Abstand von etwa 30 m vom Sonnblickgipfel in Richtung Süden. Der Gipfelaufbau ist nicht vergletschert jedoch beginnt direkt unterhalb des am tiefsten gelegenen Bohrlochs ein Dauerschneefeld und das obere Goldbergkees.

Die Felstemperaturen zeigen, dass die Erwärmung im Sommer (Juni bis September) bis in eine Tiefe von 15 Metern wirkt und das mit einer Verzögerung von etwa einem halben Jahr. Die maximale Auftauschschicht beträgt 100 cm.

Für die Modellierung der Permafrostverteilung des Sonnblickgipfelaufbaus im Rahmen des Alpine Space Projekts PermaNET stehen neben den Felstemperaturen aus den Bohrlöchern die über 120 jährige Klimazeitreihe des Sonnblickobservatoriums, aktuelle meteorologische Daten, zahlreiche oberflächennahe Temperatursensoren sowie geophysikalische Parameter (z.B. seismische Tomographie) zur Verfügung.

LASERSCANNING MONITORING VON PERIGLAZIALEN POZESSFORMEN – POTENTIALE UND LIMITATIONEN

Sailer, R.[1,2], Erik Bollmann, E.[1], Briese, C.[3], Fischer, A.[4], Krainer, K.[5], Rieg, L.[1], Stötter, J.[1]

[1] Institut für Geographie, Universität Innsbruck
[2] alpS, Centre for Climate Change Adaption and Technology, Innsbruck
[3] Institut für Fernerkundung und Photogrammetrie, TU Wien
[4] Institut für Meteorologie and Geophysik, Universität Innsbruck
[5] Institut für Geologie and Paläontologie, Universität Innsbruck

Die Kryosphäre mit ihren Komponenten Gletscher, Permafrost und dessen Leitform Blockgletscher reagieren sensibel auf klimatische Veränderungen. Unterschiedlichste Verfahren zum Nachweis und Monitoring von Gletschern und Permafrost wurden bisher entwickelt und angewandt (Längenmessungen, Seismik, Geoelektrik, Bodenradar). In jüngster Vergangenheit gewinnen Fernerkundungsverfahren zunehmend an Bedeutung. Ein vielversprechendes Instrument zur flächenhaften Erfassung und Analyse von Oberflächenveränderungen bieten dabei terrestrische (TLS) und flugzeuggestützte (ALS, Airborne Laserscanning) Laserscanningverfahren.

In den vergangenen Jahren wurden in den Ötztaler und Stubaier Alpen immer wieder Laserscanningbefliegungen durchgeführt. Die längste durchgehende und damit weltweit einzigartige ALS Datenreihe existiert in der Region Hintereisferner/Rofental. Die ersten Befliegungen haben im Jahr 2001 stattgefunden und bis 2010 wurde mindestens eine Laserscanningkampagne pro Jahr durchgeführt. Hauptziel dieser Messungen war die Erstellung von Gletscher-Massenbilanzen. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die hohe ALS Präzision und Genauigkeit Analysen von periglazialen Prozessformen zulassen, die bisher flächen- und volumenmäßig nicht quantifizierbar waren. Demzufolge ist bei einem konsistenten (sowohl die Datenaufnahme als auch die Nachprozessierung betreffenden) ALS Monitoring in Neigungsbereichen unter 35° der Messfehler kleiner als ± 0.04 m. Mit zunehmender Steilheit des Geländes nimmt der Fehler zu, liegt bei Neigungen unter 60° immer noch unter ± 0.15 m und steigt bis 80° auf ±1.0m an. Aufbauend auf den Ergebnissen einer fundierten Fehleranalyse werden die Ergebnisse diverser periglazialer Prozessaktivitäten quantifiziert (Fläche-, Volumen-, Höhenänderungen) und präsentiert. Besonderes Augenmerk wir dabei auf Oberflächenveränderungen am Rofenberg, die durch Permafrostdegradation hervorgerufen werden, gelegt. Es zeigt sich, dass insbesondere durch jährliche ALS Messungen ein Nachweis dieser permafrostinduzierten Oberflächenveränderungen erfolgen kann.

Laserscanningverfahren werden auch vermehrt zur Erfassung und Quantifizierung der Veränderungen von Blockgletschern herangezogen. Das Projekt C4AUSTRIA setzt sich zum Ziel, auf Basis von ALS sowohl Fließgeschwindigkeiten als auch Volumenänderungen von Blockgletschern zu quantifizieren. Erste ALS Auswertungen liefern darüber hinaus ein sehr differenziertes Bild von Veränderungen der Oberfläche, die mit herkömmlichen Verfahren nicht oder nur punktuell nachweisbar waren.

GEOMON4D – A NEW HIGH SPEED TOOL FOR GEOELECTRICAL MONITORING IN PERMAFROST REGIONS

Supper, R., Ita, A., Römer, A., Jochum, B., Ottowitz, D.

Geological Survey of Austria, Department of Geophysics, Neulinggasse 38, 1030 Vienna

Changes of climate parameters due to global warming generate increased permafrost "warming" in Alpine regions, thus involving severe environmental and engineering problems.

The applicability of the geoelectric method for permafrost investigations (repeated measurements at larger time intervals) was recently demonstrated by several authors. Results suggest that the interpretation of resistivity changes should allow observing seasonal freezing and thawing processes thus leading to a better understanding of related processes. However for detailed analysis of these processes permanent geoelectrical monitoring has to be applied, which so far has never been performed due to the technological challenge of operating such a system in remote areas.

Within recent years the Department of Geophysics of the Geological Survey of Austria has developed a new geoelectrical instrument, called the GEOMON4D. The GEOMON4D is a tool for high speed (approx. 3000 measurements per hour in single channel mode) ground resistivity and self-potential measurement. Recording of the full signal enable effective noise analysis and filtering. Moreover, a completely open architecture allows installation of any number of current or potential electrodes by adding parallel or serial cards. Due to GPRS data transfer maintenance is performed fully remote-controlled. Data, such as measurement results, test sequences and log files, containing information about system and GPRS connection status are sent automatically via email to the data processing center. Consequently, immediate availability of information can be guaranteed.

For the special case of permafrost monitoring the GEOMON4D had to be further adapted. The key limitation of the standard Geomon4D as well as other commercial instruments is that the measuring range is limited and therefore most of the time the measured potential differences are in the range of saturation. Therefore a constant current source was developed. Consequently the injected current can be kept very small and constant so that the measured potential differences stay under the saturation range of the instrument and polarization effects are adjusted.

Additionally a specific lightning protection device had to be developed for all input and output channels to protect the system from lightning strokes.

Within this talk the requirements for a permanent geoelectrical monitoring system will be discussed and first results presented.

ERSTE ERGEBNISSE DER KERNBOHRUNGEN AUF DEM AKTIVEN BLOCKGLETSCHER IN LAZAUN, SCHNALSTAL(SÜDTIROL)

Tonidandel, D. [1], Leiter, J. [2], Mair, V. [1], Lang, K. [1]

1 Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Eggentaler Str. 48, I-39053 Kardaun
2 Institut für Geographie, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck.

Im Rahmen des Interreg IVB Projektes PermaNET wurden auf dem aktiven Blockgletscher in Lazaun im hintersten Schnalstal (Südtirol) zwei Kernbohrungen abgeteuft. Ziel der Bohrungen ist es, Aufschlüsse der inneren Struktur von Blockgletschern zu erhalten, die Eiskerne auf ihre chemische Zusammensetzung zu analysieren und Messdaten über die Bewegungsdynamik und das Temperaturverhalten zu gewinnen. Dazu wurden in den Bohrlöchern Inklinometerrohre, Koaxialkabel und Thermistorenketten eingebaut.

Die erste Bohrung wurde auf einer Lobe im mittleren Bereich des Blockgletschers auf einer Seehöhe von 2.580 m abgeteuft. Die Endbohrtiefe beträgt 40 m. Das erhaltene Bohrprofil kann in sechs Bereiche unterteilt werden:

(1) 0 bis 3 m: Dezimeter bis Meter große Glimmerschieferblöcke (active layer); (2) 3 bis 14 m: Wechselfolge von Dezimeter bis Meter großen Glimmerschieferblöcken und einer Eis-Kies-Sand Mischung; (3) 14 bis 16 m: Glimmerschieferblöcke mit zwischengelagertem Kies; (4) 16 bis 24 m: Wechselfolge von Dezimeter bis Meter großen Glimmerschieferblöcken und einer Eis-Kies-Sand Mischung; (5) 24 bis 28 m: Dezimeter bis Meter große Glimmerschieferblöcke und (6) 28 bis 40 m: Dezimeter bis Meter große Glimmerschieferblöcke mit Zwischenlagerungen von schluffigem Sand und Kies. Dieser Bereich bildet wahrscheinlich die untere Grenze des Blockgletschers. Es könnte sich hierbei um eine Grundmoräne handeln.

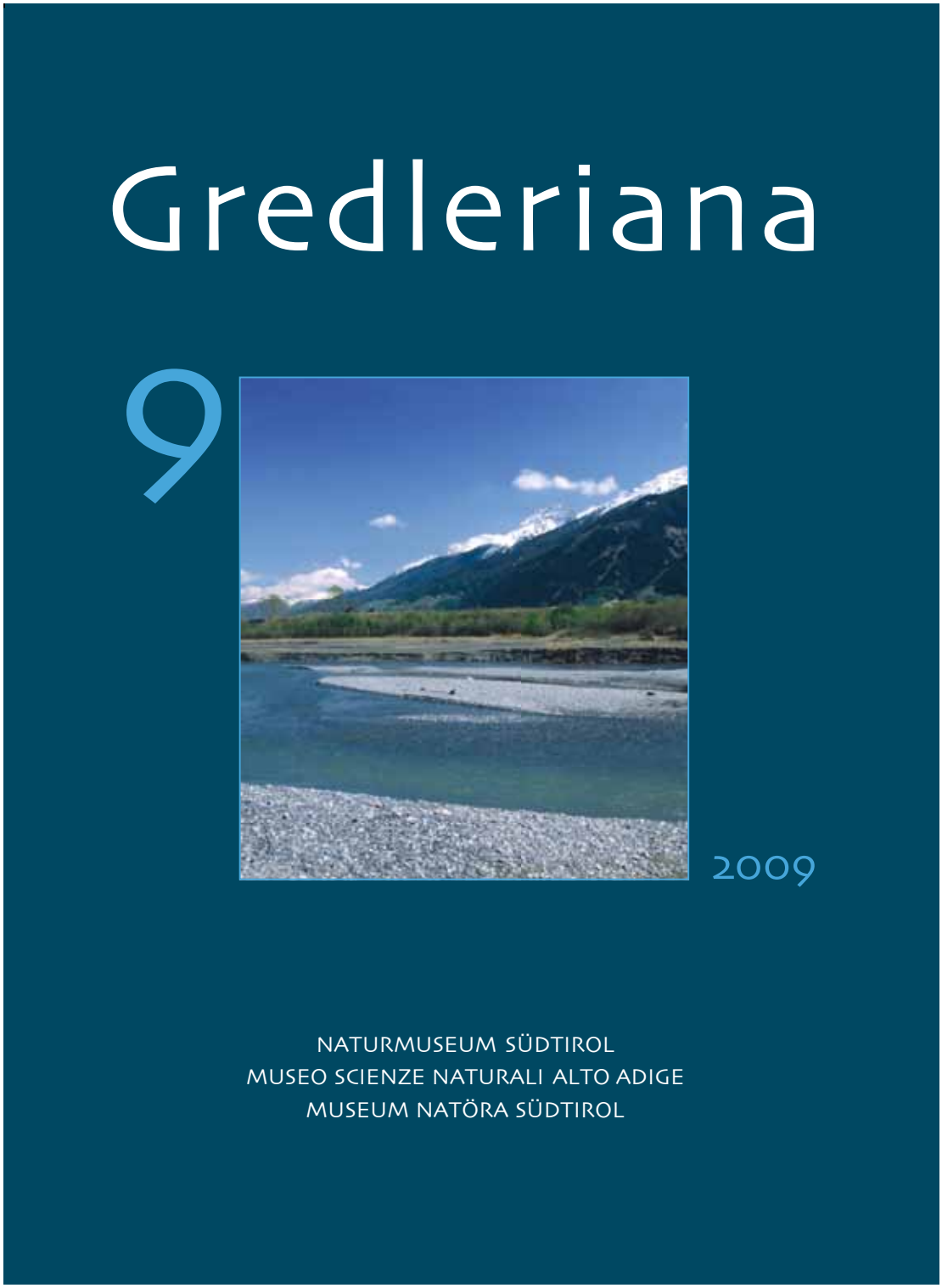
Die erste Inklinometermessung hat gezeigt, dass sich der Blockgletscher bis in einer Tiefe von 24 m

(Basis der zweiten Eisschicht), im Laufe eines Monats (Mitte August bis Mitte September 2010) etwa 1,2 cm bewegt hat. Die höchste Bewegungsrate (1,8 cm) wurde an der Basis der ersten Eisschicht in einer Tiefe von 14 m gemessen. Ab einer Tiefe von 24 m befinden sich die Bewegungen im Submillimeter Bereich.

Die zweite Kernbohrung wurde im Stirnbereich des Blockgletschers auf einer Seehöhe von 2.538 m abgeteuft und erreichte eine Bohrtiefe von 32 m. Auch in diesem Fall kann das Bohrprofil, ähnlich wie das oben genannte, in sechs Bereiche unterteilt werden. Der Unterschied besteht vor allem in der geringeren Mächtigkeit der Eisschichten. Der erste durch das Vorhandensein von Eis charakterisierte Abschnitt befindet sich zwischen 4 und 10 m Bohrtiefe, der zweite zwischen 16 und 18 m. Die schluffigen Sand- und Kiesschichten befinden sich ab einer Tiefe von 25 m. Diese Schichten werden mit der Grundmoräne der ersten Bohrung korreliert.

Vom zweiten Bohrloch sind noch keine Inklinometerdaten vorhanden.

Der Einbau des Koaxialkabels und der Thermistorenkette in beiden Bohrlöchern hat erst kürzlich stattgefunden. Erste Daten werden ab Mitte Oktober 2010 erwartet. Die chemischen Analysen der Eisbohrkerne werden am Institut für Geologie der Universität Innsbruck durchgeführt.



Die Veröffentlichungsreihe „Gredleriana" des Naturmuseums Südtirol (Bozen) ist ein Forum für naturwissenschaftliche Forschung in und über Südtirol. Sie stellt eine Kommunikationsplattform dar für alle jene, die in Südtirol forschen oder in der Ferne Südtirol und den alpinen Raum als Ziel ihrer naturwissenschaftlichen Forschung haben.

Band 9/2009: 25 Euro (Abonnement: 20 Euro), 340 Seiten, ISSN 1593-5205

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Geo.Alp

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: 007

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: Permafrost Workshop Obergurgl 93-108