



25 Jahre International Permafrost Association (IPA)

Austria: 1998-2023

Symposium; 27.-29.9.2023, Mallnitz

Book of Abstracts

IMPRESSUM

Für den Inhalt verantwortlich: Die Referent:innen
KELLERER-PIRKLBAUER A. / UNIVERSITÄT GRAZ
Fotos: © Viktor Kaufmann

In Kooperation mit Kärntner Nationalparkfonds Hohe Tauern, Döllach 14, 9843 Großkirchheim

Titelbild

Walter Krämer, Technische Universität Graz, beim Einmessen eines geodätischen Vermessungspunktes am Dösener Blockgletscher (Ankogelgruppe, auf ca. 2500 m ü. A.). Im Bildhintergrund sind der Dösener See sowie das Arthur-von-Schmid Haus zu sehen. © Viktor Kaufmann

Zitiervorschlag

Kellerer-Pirklbauer A. (Hrsg.) (2023): 25 Jahre International Permafrost Association (IPA)-Austria: 1998-2023. Book of Abstracts. Symposium; 27.-29.9.2023, Mallnitz, Nationalpark Hohe Tauern Kärnten, 35 Seiten. https://parcs.at/nphtk/mmd_fullentry.php?docu_id=53147

Graz, 25.09.2023

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
Organisation.....	6
Block 1: Vortragsbeiträge	7
1.1. Persönliche Erinnerungen an Yellowknife, 1998 (IPA 7th ICOP)	7
1.2. Long-term (1890-2020) quantitative analysis of erosion dynamics and land cover changes of a LIA lateral moraine section using historical terrestrial images and aerial orthophotos.....	8
1.3. The Kühgraben in the Gesäuse National Park - UAV-based investigation of anthropogenically influenced geomorphological processes.....	9
1.4. Geomorphology is a game	9
1.5. Morphodynamic and palaeoclimatic significance of boulder-dominated periglacial and related landforms in Breheimen, South Norway	10
Block 2: Vortragsbeiträge	12
2.1. Characteristics and changes of rock glaciers in the Tien Shan (Central Asia).....	12
2.2. Active rock glaciers as dynamic water storage: the case study of rock glacier Lazaun (South Tyrol, Italy)	13
2.3. Hydrogeologie von Blockgletschern in Österreich - Rückblick und Ausblick	14
2.4. Langzeitmonitoring von Permafrost- und Periglazialprozessen im Nationalpark Hohe Tauern Kärnten (1993-2023)	15
2.5. CryoGeoLab: multi-scale geophysical characterization of permafrost at the Hoher Sonnblick.....	16
Block 3: Vortragsbeiträge	18
3.1. Permafrost Monitoring Hoher Sonnblick.....	18
3.2. CCI Permafrost status.....	19
3.3. From process understanding of alpine natural-hazard to observing climate impacts at 3500m and above	20
3.4. Open-Air-Lab Kitzsteinhorn: A decade of glacier and permafrost monitoring in the Hohe Tauern Range	20
3.5. Long-term anchor load monitoring reveals changing stress regimes in warming permafrost rockwalls	21



Block 4: Posterbeiträge.....	22
4.1. Investigation of sub-annual movement variations at the Dösen rock glacier (Hohe Tauern range, Austria)	23
4.2. Assessing rock glacier activity as proxy for permafrost distribution in the Austrian Alps using radar interferometry and image correlation techniques	23
4.3. The summer heatwave in 2022 and its role in permafrost and periglacial conditions at the historic Hochtorn mountain pass, Hohe Tauern Range, Austria	24
4.4. Slope instabilities in a changing high mountain environment: 16 years of monitoring the rock fall area at Mittlerer Burgstall, Austria.....	25
4.5. Die Eignung satellitenbasierter Schneeprodukte für Monitoring- und Modellierungsanwendungen in den Permafrostregionen im Pamir und Hindukusch .	26
4.6. Morphometry and formation of asymmetrical dolines in the Central Styrian Karst	27
4.7. Short- and long-term feedback between vegetation and morphodynamic processes and climate warming (SEHAG)	27
Weitere Einreichungen	29
5.1. Agricultural terraces - new approaches to the study of these enigmatic anthropogenic landforms.....	29
5.2. Blockgletscher und deren Ablagerungen als chronologische und sedimentologische Herausforderung in der Geologischen Landesaufnahme	29
Abbildungsverzeichnis.....	31
Tabellenverzeichnis	32



Vorwort

25 Jahre International Permafrost Association (IPA) Austria: Ein guter Grund zu feiern und sich wissenschaftlich auszutauschen!

Die 1983 gegründete International Permafrost Association (IPA, www.permafrost.org) hat zum Ziel, die Verbreitung von Wissen über Permafrost zu fördern und die Zusammenarbeit zwischen Personen und nationalen oder internationalen Organisationen zu unterstützen, die sich mit wissenschaftlichen Untersuchungen und technischen Arbeiten in Bezug auf Permafrost und saisonal gefrorenen Boden befassen. Die IPA wurde im Juli 1989 eine assoziierte Organisation der International Union of Geological Sciences. Die Hauptaufgaben des Verbandes der IPA bestehen darin, internationale Permafrost-Konferenzen einzuberufen, spezielle Projekte wie die Erstellung von Datenbanken, Karten, Bibliografien und Glossaren durchzuführen und internationale Feldprogramme und Netzwerke zu koordinieren. Seit 1965 findet regelmäßig die International Conference on Permafrost (ICOP) statt. Die nächste ICOP ist für 2024 in Whitehorse (Kanada) geplant.

Mitgliedschaft der IPA und historischer Hintergrund

Länder können der IPA durch die Gründung eines Mitgliedsorgans beitreten. Dies ist eine repräsentative Organisation oder ein Komitee (als adhering body in den Statuten der IPA bezeichnet), das dazu bestimmt ist, die Interessen von Wissenschaftler:innen und Ingenieur:innen eines Landes in Bezug auf Permafrost zu vertreten. Vertreter der Mitgliedsorganisationen bilden einen Teil des IPA-Rates.

Im Zuge der siebten ICOP im Jahr 1998, welche in Yellowknife (Kanada) stattfand, trat auf Initiative von Gerhard Karl Lieb und Viktor Kaufmann (beide Graz) Österreich offiziell der IPA bei (Abb. 1). Als nationale repräsentative Organisation für Österreich galt damals die „Geomorphologische Kommission“ – heute als „Österreichische Forschungsgruppe für Geomorphologie und Umweltwandel“ oder kurz „geomorph.at“ bezeichnet, welche ihrerseits eine Fachgruppe der Österreichischen Geographischen Gesellschaft (ÖGG) darstellt. Österreich ist aktuell eines von 27 Mitgliedsländern der IPA. Dieses für die Permafrost- und Periglazialforschungs-Community in Österreich „historische“ Ereignis jährt sich im Jahr 2023 zum 25. Mal und ist ein geeigneter Anlass, sich in dieser nationalen Fachgruppe zu treffen und auszutauschen.

Ein letztes, thematisch fokussiertes Treffen der österreichischen Permafrost- und Periglazialfreunde ist schon wieder einige Jahre her. Im Oktober 2015 fand dieses in Trautenfels, Steiermark, unter dem Titel „2. Permafrost Austria Workshop“ statt (https://www.zobodat.at/pdf/JoanGeo_12_0005-0008.pdf) statt. Eine letzte gemeinsame Publikation im Sinne eines „Special Issues“ in einer international renommierten Zeitschrift zu

diesem Thema von in Österreich beruflich beheimateten Forscherinnen und Forschern gab es in der Zeitschrift „Austrian Journal of Earth Sciences“ (AJES). Diese Publikation geht auf das Jahr 2012 zurück (https://www.zobodat.at/pdf/MittGeolGes_105_2_0002-0011.pdf)



Abbildung 1: Gerhard Karl Lieb (Universität Graz) und Viktor Kaufmann (Technische Universität Graz) initiierten im Rahmen der 7. International Conference on Permafrost (ICOP) in Yellowknife (Kanada) im Jahr 1998 den Beitritt Österreichs zur International Permafrost Association (IPA). Auf dem Bild ist Gerhard Karl Lieb bei seiner Präsentation zum Permafrost in Österreich im Zuge dieser Tagung zu sehen (Foto: Viktor Kaufmann).

Nationales Treffen Mallnitz: 27. bis 29. September 2023

Um den nationalen Austausch von Kolleg:innen in Österreich, die mit Fokus auf Permafrost und Periglazialthemen an geomorphologischen Fragestellungen weiter zu fördern, wurde nun 25 Jahre nach dem IPA-Beitritt Österreichs ein Jubiläumsworkshop organisiert. Dieser Workshop wird durch ein 11-köpfiges Team (Scientific Committee) unter der Leitung von Andreas Kellerer-Pirklbauer (Graz) organisiert. Dem Scientific Committee gehören an: Andreas Kellerer-Pirklbauer (Universität Graz; IPA), Katharina Aichhorn (Nationalpark Hohe Tauern Kärnten), Michael Avian (GeoSphere Austria), Annett Bartsch (b.geos), Lea Hartl (ÖAW), Ingo Hartmeyer (Georesearch; Arbeitskreis (AK) Permafrost), Viktor Kaufmann (Technische Universität Graz), Gerhard Karl Lieb (Universität Graz), Philipp Marr (Universität Wien), Jan-Christoph Otto (Universität Salzburg; geomorph.at) und Gerfried Winkler (Universität Graz) und umspannt somit ein breites fachliches Spektrum in der österreichischen Forschungslandschaft. Logistisch und finanziell wird die Tagung wesentlich durch den

Nationalpark Hohe Tauern Kärnten unterstützt. Im Rahmen dieses Symposiums wird auch das Jahrestreffen der Österreichischen Forschungsgruppe für Geomorphologie und Umweltwandel stattfinden, wo sich wieder viele junge sowie erfahrende Kolleg:innen aus der Welt der österreichischen Geomorphologie treffen können.



Abbildung 2: Zu Ehren der 25-jährigen Mitgliedschaft bei der IPA wird im September 2023 gemeinsam mit dem Nationalpark Hohe Tauern Kärnten und unter der Schirmherrschaft der Österreichischen Forschungsgruppe für Geomorphologie und Umweltwandel in Mallnitz ein Festsymposium veranstaltet (Grafik: Andreas Kellerer-Pirklbauer, Foto Viktor Kaufmann).

Book of abstracts

Dieses Dokument beinhaltet alle Zusammenfassungen zur Tagung und gliedert sich dem Programm entsprechend in drei Vortragsblöcke sowie einem Block zu den Posterbeiträgen. Ergänzend sind zwei Einreichungen in diesem Sammelwerk inkludiert, die im Zuge des Symposiums nicht präsentiert werden konnten. In Summe umfasst das Symposiumprogramm 15 Vortrags- sowie 7 Posterbeiträge und umspannt sowohl thematisch wie geographisch ein breites Spektrum. Im Namen des Scientific Committee wünsche ich ein angeregtes Lesen dieses Dokument.

Andreas Kellerer-Pirklbauer (im Namen des Scientific Committee)

Organisation

Workshop: 25 Jahre International Permafrost Association (IPA) Austria

Andreas Kellerer-Pirklbauer (Universität Graz; IPA)

Katharina Aichhorn (Nationalpark Hohe Tauern Kärnten)

Michael Avian (GeoSphere Austria)

Annett Bartsch (b.geos)

Lea Hartl (ÖAW)

Ingo Hartmeyer (Georesearch; Arbeitskreis (AK) Permafrost)

Viktor Kaufmann (Technische Universität Graz)

Gerhard Karl Lieb (Universität Graz)

Philipp Marr (Universität Wien)

Jan-Christoph Otto (Universität Salzburg; geomorph.at)

Gerfried Winkler (Universität Graz)

Jahrestreffen von geomorph.at

Jan-Christoph Otto (Universität Salzburg; Sprecher von geomorph.at)

Ronald Pöpl (Universität Wien; Sprecher von geomorph.at)

Andreas Lang (Universität Salzburg)

Andreas Kellerer-Pirklbauer (Universität Graz; IPA)

Block 1: Vortragsbeiträge

09:00 – 10:30: Vortragsession 1

Von Yellowknife nach Südnorwegen: Geomorphologische Aspekte (Sessionleitung Andreas Kellerer-Pirklbauer und Annett Bartsch) - *Pro Vortrag: 15 Min. Vortrag, 3 Min. Diskussion*

Tabelle 1: Übersicht zu den Vorträgen im Block 1 (9:00h bis 10:30h).

<i>Zeit</i>	<i>Titel</i>	<i>Autor:innen</i>
9:00 – 9:18	Persönliche Erinnerungen an Yellowknife, 1998 (IPA 7th ICOP)	Viktor Kaufmann, Gerhard Karl Lieb
9:18 – 9:36	Long-term (1890-2020) quantitative analysis of erosion dynamics and land cover changes of a LIA lateral moraine section using historical terrestrial images and aerial orthophotos	Katharina Ramskogler, Moritz Altmann, Sebastian Mikolka-Flöry, Madlene Pfeiffer, Jakob Rom, Fabian Fleischer, Florian Haas, Tobias Heckmann, Toni Himmelstoß, Norbert Pfeifer, Camillo Ressler, Michael Becht, Erich Tasser
9:36 – 9:54	The Kühgraben in the Gesäuse National Park - UAV-based investigation of anthropogenically influenced geomorphological processes	Wolfgang Sulzer, Nora Landl
9:54 – 10:12	Geomorphology is a game	Martin Mergili, Hanna Pfeffer
10:12 – 10:30	Morphodynamic and palaeoclimatic significance of boulder-dominated periglacial and related landforms in Breheimen, South Norway	Philipp Marr, Stefan Winkler, Jörg Löffler

1.1. Persönliche Erinnerungen an Yellowknife, 1998 (IPA 7th ICOP)

Autoren: Viktor Kaufmann (1), Gerhard Karl Lieb (2)

Affiliationen: (1) Institut für Geodäsie, Technische Universität Graz, Graz, Österreich; (2) Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz, Graz, Österreich



Zusammenfassung: In diesem Beitrag wird anhand von vorhandenen Unterlagen (Tagungsmappe, private Aufzeichnungen, Fotos. etc.) aus dem Privatarchiv Viktor Kaufmann und sonstigen, externen Quellen (Bibliothek der Technischen Universität Graz, Internet-Recherche) die Tagungsteilnahme der österreichischen Delegation (G.K. Lieb, V. Kaufmann) an der 7. Internationalen Permafrostkonferenz, Yellowknife, 1998 rekonstruiert. Die Aufnahme Österreichs als 23. Mitgliedsland der IPA (International Permafrost Association) erfolgte am 23. Juni 1998 im Rahmen eines IPA Council Meetings. Die Abstimmung ist in einem Foto festgehalten.

1.2. Long-term (1890-2020) quantitative analysis of erosion dynamics and land cover changes of a LIA lateral moraine section using historical terrestrial images and aerial orthophotos

Authors: Katharina Ramskogler (1,2), Moritz Altmann (3), Sebastian Mikolka-Flöry (4), Madlene Pfeiffer (5), Jakob Rom (3), Fabian Fleischer (3), Florian Haas (3), Tobias Heckmann (3), Toni Himmelstoß (3), Norbert Pfeifer (4), Camillo Ressler (4), Michael Becht (3), Erich Tasser (1)

Affiliations: (1) Institute for Alpine Environment, Eurac Research, Bozen/Bolzano, Italy; (2) Department of Botany, University of Innsbruck, Innsbruck, Austria; (3) Department of Physical Geography, Catholic University Eichstätt-Ingolstadt, Eichstätt, Germany; (4) Department of Geodesy and Geoinformation TU Wien, Vienna, Austria; (5) Institute of Geography, University of Bremen, Bremen, Germany

Abstract: The availability of area-wide aerial photographs in the European Alps only goes back to mid of the 20th century. This limits the quantitative analysis of long-term surface changes in proglacial areas. Thus, a gap exists of about 100 years until the end of the Little Ice Age (LIA). Using digital monoplottung and historical terrestrial images, we show quantitative surface changes of a LIA lateral moraine section back to the second half of the 19th century and hence a total study period of 130 years (1890 to 2020). In our study area in the proglacial area of Gepatschferner, in the Kauner Valley (Tyrol, Austria), glacier melting was completed around 1940. The (initial) gully system expanded nearly continuously over the entire study period up to 2020. By 1953, also the area covered with vegetation expanded (particularly scree communities, alpine grassland, and dwarf shrubs). Due to the renewed destabilisation of the system caused by the increase in temperature and the resulting thawing of the permafrost, these vegetation cover decreased again by 2020. With an investigation period of 130 years, we can contribute to a considerable improvement in the understanding of paraglacial slope adjustment processes by analysing the consequences of the early phase with ice exposure, but then also by showing the renewed destabilisation of the system due to advancing climate change.

1.3. The Kühgraben in the Gesäuse National Park - UAV-based investigation of anthropogenically influenced geomorphological processes

Authors: Wolfgang Sulzer (1), Nora Landl (1)

Affiliations: (1) Institute of Geography and Regional Science, University of Graz, Graz, Austria


Abstract: This paper deals with the recording of human activity and the change of a highly process-influenced area. The Kühgraben in the Gesäuse National Park in Styria, Austria, was chosen as a trench with episodic water flow and a high relief energy with associated high morphodynamics. The decisive processes that endanger the existing infrastructure and people are mudflows in the summer months and occasional avalanches in the winter months. These processes also change the morphology of the graben due to bed load relocation in the graben area, erosion on the slopes and effects on vegetation. Since the Kühgraben is designated as a conservation zone of the National Park, technical and bioengineering measures to combat bed load were taken from 1991 to 2003 to minimize these damaging effects from torrent and avalanche control. The main focus of this work is on the following points: (1) To fly over the study area (Kühgraben) using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and to take high-resolution aerial photographs of the current situation from July 2020. (2) To create orthophotos, surface models and point clouds from these images using the Structure from Motion Method (SfM). (3) Analyze historical aerial photographs from the years 1954, 1961, 1973, 1997 and 2004 and create orthophotos, surface models and point clouds. (4) The result should be compared with the laser scan data from 2010. (5) The main part of this study deals with the analysis of the height change of the detailed areas of the Kühgraben as well as the analysis of the effects of human intervention through road construction or the avoidance or containment of geomorphological activities through biological engineering and technical measures.

1.4. Geomorphology is a game

Authors: Martin Mergili (1), Hanna Pfeffer (1)

Affiliations: (1) Institute of Geography and Regional Science, University of Graz, Graz, Austria

Abstract: Geoeducation involving people of various ages and educational backgrounds should lead to a better public awareness of geomorphic phenomena and the related resources and hazards. In the 21st Century, geoeducation competes with a huge amount of other information impacting post-modern humans. To ensure that messages are duly received and remembered, geo-educational resources have to be impressive and funny, and they have to trigger emotions. Virtual reality (VR) experiences of geomorphological processes can be supportive to this aim and are becoming increasingly affordable. Within the frame of the project "Moving mountains - landslides as geosystem services in Austrian geoparks" (ESS22-24 - MOVEMONT) funded through the Earth System Sciences programme of the Austrian




Academy of Sciences, we develop a range of VR applications from very simple anaglyph animations to advanced geomorphic gaming applications. These applications will be installed at least in the visitor centres of the Austrian UNESCO Global Geoparks, and also become freely available to all those who have the necessary VR equipment. For this purpose, we equip the open-source mass flow simulation framework *r.avaflow* with different types of VR interfaces: (1) a highly automatized work flow for importing *r.avaflow* results to the open-source software Blender 3 and on this basis, to enable fully immersive VR scene inspections and the creation of videos that can be watched in VR with simple anaglyph or 3D glasses; and (2) a work flow to use *r.avaflow* simulation results in the advanced game development software Unreal Engine 5. It turns out that lower- and medium-level VR applications (including immersive VR scene inspection) are straightforward to implement with the latest software tools. In contrast, advanced gaming applications with multiple players and adequate interactions between players and the geomorphic environment remains a challenging task. We present some proof-of-concept studies at different VR levels.

1.5. Morphodynamic and palaeoclimatic significance of boulder-dominated periglacial and related landforms in Breheimen, South Norway

Authors: Philipp Marr (1), Stefan Winkler (2), Jörg Löffler (3)

Affiliations: (1) Department of Geography and Regional Research, University of Vienna, Vienna, Austria; (2) Institute of Geography and Geology, University of Würzburg, Würzburg, Germany; (3) Department of Geography, University of Bonn, Bonn, Germany

Abstract/Zusammenfassung: Periglacial and related landforms constitute important components of cold-climate environments. Their age and origin can help to constrain past climatic changes and their influence on geomorphic change. The information on the initial landform development and their later stabilization, can be put in context with Holocene climate variability, which open up the opportunity to reconstruct cold climate events and their impacts on landform evolution. These landforms are well represented in South Norway, especially in Breheimen national park and its surroundings. Here, Schmidt-hammer exposure-age dating (SHD) was applied at different landforms, e.g. sorted polygons, blockfields and rock-slope failures. The respective landform ages were estimated with a local calibration curve for Schmidt-hammer R-values with old and young control points from known age. The SHD ages range between 8.01 ± 0.72 ka for surface boulders of a rock-slope failure and 4.76 ± 0.63 ka for sorted polygon located on a plateau on 1387 m asl. R-value frequency distributions point towards a complex, long-term formation history of most landforms, whereas some distributions point towards a formation during one event. The obtained ages from rock-slope failures can be categorized into early and late Holocene landforms. Early Holocene formation histories ~ 8 ka can be related to subsequent warming in the region following the 8.2 event. Late Holocene landform ages around 3.5 ka might be the result of prolong warming and permafrost degradation during the Holocene Thermal Maximum. The



ages for the sorted polygons (6.55 ka – 4.76 ka) are relatively young in comparison to similar landforms in proximity. Their location on a plateau might have led to prolonged moisture supply enhancing morphodynamic activity. The results indicate that periglacial and related landforms constitute a valuable palaeoclimatic proxy.



Block 2: Vortragsbeiträge

11:00 – 12:30: Vortragsession 2

Vom Tien Shan bis ins Dösental: Blockgletscher und Monitoring (Sessionleitung Lea Hartl und Ingo Hartmeyer) - *Pro Vortrag: 15 Min. Vortrag, 3 Min. Diskussion*

Tabelle 2: Übersicht zu den Vorträgen im Block 2 (11:00h bis 12:30h).


<i>Zeit</i>	<i>Titel</i>	<i>Autor:innen</i>
11:00 – 11:18	Characteristics and changes of rock glaciers in the Tien Shan (Central Asia)	Tobias Bolch, Ella Wood
11:18 – 11:36	Active rock glaciers as dynamic water storage: the case study of rock glacier Lazaun (South Tyrol, Italy)	Giulia Bertolotti, Gerfried Winkler, Karl Krainer
11:36 – 11:54	Hydrogeologie von Blockgletschern in Österreich - Rückblick und Ausblick	Gerfried Winkler, Karl Krainer
11:54 – 12:12	Langzeitmonitoring von Permafrost- und Periglazialprozessen im Nationalpark Hohe Tauern Kärnten (1993-2023)	Andreas Kellerer-Pirklbauer, Gerhard Karl Lieb, Viktor Kaufmann, Michael Avian, Melina Frießenbichler, Julia Eulenstein
12:12 – 12:30	CryoGeoLab: multi-scale geophysical characterization of permafrost at the Hoher Sonnblick	Matthias Steiner, Clemens Moser, Adrian Flores Orozco, Elke Ludewig

2.1. Characteristics and changes of rock glaciers in the Tien Shan (Central Asia)

Authors: Tobias Bolch (1), Ella Wood (2)

Affiliations: (1) Institute of Geodesy, Graz University of Technology, Graz, Austria; (2) School of Geography and Sustainable Development, University of St Andrews, Scotland, UK

Abstract: Rock glaciers are abundant in Tien Shan and are of significance in relation to hydrology, geomorphology and hazards. However, only few recent studies investigate their occurrence, characteristics and climate response. Here, we use 1970s Corona KH-4B (spatial resolution 2m), 2012 GeoEye (0.5m), 2016 and 2020 Pléiades (0.5m) optical satellite imagery as well as Sentinel-1 and ALOS PALSAR SAR images to map and investigate the surface elevation and velocity and their changes in the central part of Ile Alatau (northern Tien Shan/Kazakhstan) and Ak-Shiirak (central Tien Shan/Kyrgyzstan). Digital elevation models with a




resolution of 5 m were generated and subsequently co-registered. Surface displacements were calculated by feature tracking and manually measured by identification of characteristic boulders. InSAR images provide additional information about the surface movement. Overall, we identified almost 50 rock glaciers covering an area of about 18 km², which is more than 40% of the glacier cover of the year 2016 of the investigated valleys in Ile Alatau. In Ak-Shiirak range rock glaciers are also frequent (more than 70) but the relative area coverage is less compared to glaciers (~3.2%). On average the rock glaciers showed only a slight and insignificant overall surface lowering for the period since the 1970s. Most of the investigated rock glaciers showed distinct patterns of change: a slight surface elevation gain at their fronts indicating an advance, a significant lowering in the upper probably glacier-affected parts. Surface lowering was also identified in the forefield of some rock glaciers in Ak-Shirak. The average surface velocity of the rock glaciers in Ile Alatau was in the range of 0.5 a⁻¹ with rates of up to more than 2 m a⁻¹. In contrast rock glaciers in Ak-Shiirak flow much slower or did not show measurable surface displacements rates for the investigated period since the 1970s. Geophysical measurements indicate massive ice bodies in the upper part of the rock glaciers which are probably remnants of former glacier ice. Slanting layers in the lower parts of the I-DLs coincide with the ridges and furrows structure visible at the surface of many rock glaciers. These could be a sign of current and past creep or push moraines formed by glacier advances under permafrost conditions. The geophysical measurements confirm the existence of dead ice in some glaciers forefields as indicated by the remote sensing-based investigations. Work is underway to investigate the suitability of open source remote sensing data with lower spatial resolution (such as Sentinel-2 data, 10m) to derived region wide surface displacement data, to extend both the remote-sensing based and geophysical investigations and to compare the results to investigated rock glaciers in the Austrian Alps.

2.2. Active rock glaciers as dynamic water storage: the case study of rock glacier Lazaun (South Tyrol, Italy)

Authors: Giulia Bertolotti (1,2), Gerfried Winkler (2), Karl Krainer (3)

Affiliations: (1) Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, ÖAW, Innsbruck, Österreich; (2) Institut für Erdwissenschaften, NAWI Graz Geozentrum, Universität Graz, Graz, Österreich; (3) Institut für Geologie, Universität Innsbruck, Innsbruck, Österreich

Abstract: Rock glaciers are able to store water both as permafrost ice (solid form) and as groundwater (liquid form). The aim of the present study is the characterization of the runoff pattern of the active rock glacier Lazaun and its relationship to different flow components including permafrost ice in the rock glacier and glacial ice in the upper catchment. For this purpose, a recession analysis and a lumped-parameter rainfall-runoff model have been implemented on a multi-year dataset. Preliminary results show a typical discharge pattern for active rock glaciers, with maximum discharge during the snowmelt period (June-July) and a




gradual decrease towards the fall season, interrupted by rainfall-induced runoff peaks. Discharge and water temperatures around 1.2-1.4 °C during winter support the hypothesis of a groundwater dominated baseflow. In addition, stable isotope and electrical conductivity (EC) values have been implemented as natural tracers for flow component separation. The collected data suggest at least 3 sources of discharge components: i) low EC, low $\delta^{18}\text{O}$ values during spring and early summer indicate high amounts of snow melt water, ii) a baseflow component with high EC and enriched in $\delta^{18}\text{O}$ mainly during autumn and winter indicates most probably groundwater, and iii) rainwater of summer precipitation with lower EC and slightly higher $\delta^{18}\text{O}$ values. A fourth source (melt water of permafrost or glacial ice) is assumed. EC increases from the beginning of the melt season until autumn/winter and $\delta^{18}\text{O}$ of the stream water becomes more and more positive. The recession analysis also shows 2 to 3 components ("fast flow" and "baseflow", plus an intermediate flow component), characterized by different recession coefficients. These indicate also at least two different storage units. The model shows a first estimate of the future development of the active rock glacier discharge and its role in the local catchment.

2.3. Hydrogeologie von Blockgletschern in Österreich - Rückblick und Ausblick

Autoren: Gerfried Winkler (1), Karl Krainer (2)

Affiliationen: (1) Institut für Erdwissenschaften, Universität Graz, Graz, Österreich; (2) Institut für Geologie, Universität Innsbruck, Innsbruck, Österreich

Zusammenfassung: Blockgletscher sind die häufigsten und prominentesten Permafrost-Landschaftsformen in den Alpen und speichern als intakte Blockgletscher Wasser in Form von Permafrosteis wie auch Grundwasser oder als reliktsche Blockgletscher nur als Grundwasser. Jüngste Studien zeigen, dass die Grundwasser- und Permafrosteisspeicher aller Blockgletscher der österreichischen Alpen zusammen in etwa das Eineinhalbfache bzw. mehr als das Doppelte des jährlichen Trinkwasserverbrauchs von Österreich (derzeit pro Person ca. 135 l/Tag) umfassen können. Die Bedeutung der Blockgletscher als Wasserspeicher in alpinen Regionen wurde in Österreich bereits in den 1990er Jahren erkannt. Erste Untersuchungen vor über 20 Jahren wiesen bereits auf das komplexe Speicher- und Entwässerungsverhalten hin. Die Untersuchungen umfassten Studien zu potentielle nutzbare Wasserressourcen in vorwiegend kristallinen Gebirgsregionen wie Ansätze zur Beschreibung und Charakterisierung der Abflusskomponenten der Quellwässer aus Blockgletschern. Die damaligen Ergebnisse zeigten bereits, dass die „einfachen Schuttansammlungen“ eine Entwässerungsdynamik zeigen, die vergleichbar mit komplexen Karstsystemen ist. Darauf aufbauend konnte vor allem in den letzten zwei Jahrzehnten ein konzeptionelles hydrogeologischen Prozessverständnis der Speicher- und Entwässerungsdynamik der Blockgletscher erarbeitet werden. Hydrochemische Besonderheiten wie beispielsweise die starke Anreicherung von Schwermetallen in den




Blockgletscherwässern mancher Regionen rückten ebenfalls in den Fokus der Forschungsarbeiten. Derzeit laufende österreichweite Studien versuchen die Auswirkung des Speicherverhaltens von Blockgletschern auf darunter liegende Fließgewässer abzuschätzen, und wie sich der Klimawandel auf die Entwässerungsdynamik und das Speicherverhalten sowie die Wasserqualität der Blockgletscher auswirken wird. Aktuelle Studien zeigen, dass die Komplexität des hydrogeologischen Systems der intakten Blockgletscher und die vorliegende enormen Schuttmengen wesentliche Grundlagen bieten, dass von Blockgletscher auch Naturgefahren wie Murabgängen ausgehen können. Künftige Forschungsfragen werden sich daher vermehrt mit den Auswirkungen des Klimawandels und das damit verbundene Abschmelzen des Permafrostes auf die Entwässerungsdynamik und das Speicherverhalten der Blockgletscher auseinandersetzen müssen

2.4. Langzeitmonitoring von Permafrost- und Periglazialprozessen im Nationalpark Hohe Tauern Kärnten (1993-2023)

Autor:innen: Andreas Kellerer-Pirklbauer (1), Gerhard Karl Lieb (1), Viktor Kaufmann (2), Michael Avian (3), Melina Frießenbichler (3), Julia Eulenstein (1)

Affiliationen: (1) Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz, Graz, Österreich; (2) Institut für Geodäsie, Technische Universität Graz, Graz, Österreich; (3) GeoSphere Austria, Department of Climate Impact Research, Wien, Österreich

Zusammenfassung: Permafrost in den Alpen umfasst in etwa eine Fläche von 6200 km² basierend auf Modellierungsansätze. Dies entspricht in etwa der 3,4-fachen Fläche der aktuellen Vergletscherung der Alpen. Rezente klimatische Veränderungen wirken sich auf Permafrost ebenso wie auf die Gletscher aus, wobei die Erwärmung von Permafrost sowie das komplette Ausschmelzen des Permafrostes und Auftauen von Lithosphäre als Folge dieser Veränderungen gesehen werden können. Die Permafrost-Verhältnisse einerseits prinzipiell zu untersuchen und andererseits dessen Veränderungen in den Hohen Tauern zu dokumentieren, waren der Hintergrund für das im Jahr 1993 ins Leben gerufene Permafrostmonitoring-Programm im Nationalpark Hohe Tauern Kärnten. Im Laufe der letzten drei Jahrzehnte wurden Forschungen durch verschiedene Fördertöpfe finanziert. Größere Forschungsprojekte im Zeitraum 2006-2014 waren etwa ALPCHANGE (FWF-finanziert: 2006-2011), PermaNET (EU-finanziert im Alpine Space-Programm: 2008-2012) oder permAfrost (ÖAW-finanziert: 2010-2014). Seit 2013 werden die Forschungen auch wesentlich vom Nationalpark Hohe Tauern Kärnten unterstützt, sodass ein langfristig gesichertes Monitoring eingerichtet werden konnte. Das ursprüngliche Forschungskonsortium aus Mitarbeiter*innen der Universität Graz sowie der Technischen Universität Graz („Grazer Permafrost-Monitoring Netzwerk“) wurde im Laufe der Zeit durch weitere Kolleg:innen von der ZAMG (jetzt GeoSphere Austria) erweitert. Aktuell werden mit unterschiedlichen Gelände- und fernerkundungs-basierten Ansätze vier Tätigkeitsbereiche in



ebenso vielen Untersuchungsgebieten durch das Projektteam bearbeitet: (a) Bodentemperatur-Monitoring: Hinteres Langtalkar-Kögelekar, Fallbichl-Hochtor, Dösen-Säuleck, Pasterze-Burgstall; (b) Blockgletscherbewegungs-Monitoring: Hinteres Langtalkar, Dösen; (c) Massenbewegungs-Monitoring: Hinteres Langtalkar, Pasterze-Burgstall; (d) Meteorologisches Monitoring: Hinteres Langtalkar, Dösen. Ausgewählte Ergebnisse der vier Tätigkeitsbereiche aus diesem Langzeitmonitoring werden im Zuge des Vortrages präsentiert und in einen klimarelevanten Kontext gebracht.

2.5. CryoGeoLab: multi-scale geophysical characterization of permafrost at the Hoher Sonnblick

Authors: Matthias Steiner (1,2), Clemens Moser (1,2), Adrian Flores Orozco (1), Elke Ludewig (2)

Affiliations: (1) Research Unit of Geophysics, Department of Geodesy and Geoinformation, TU Wien, Wien, Österreich; (2) Department Sonnblick Observatory, Geosphere Austria, Wien, Österreich

Abstract: The Hoher Sonnblick summit, nestled within the Austrian Alps, provides a distinctive setting for permafrost research. Our project CryoGeoLab is dedicated to an in-depth investigation of permafrost distribution and evolution at this site, through the application of geophysical methods to achieve high spatio-temporal resolution. Specifically, we employ the Spectral Induced Polarization (SIP) and Seismic Refraction Tomography (SRT) methods with the following objectives: (1) Recent SIP investigations in the laboratory and other permafrost sites have unveiled large contrasts in the frequency-dependence of resistivity and polarization between frozen and unfrozen sediments and rock samples. We aim to extend the relation between the frequency-dependence of resistivity and polarization to the field-scale, enabling the estimation of ground ice content. (2) Continue the collection of SIP monitoring data along a profile in the southwestern part of the Hoher Sonnblick summit, started in 2015 and recorded yearly. Such long monitoring data set facilitates the exploration of seasonal variations in subsurface thawing and freezing processes, as well as the long-term permafrost evolution. (3) Further develop the petrophysical joint inversion of SIP and SRT monitoring data to quantitatively assess subsurface hydrogeological properties, including ice content and porosity. By including polarization properties we expect to refine the underlying petrophysical model, facilitating a more precise characterization of permafrost distribution. Activities planned within the CryoGeoLab project are based on recent studies published by the TU Wien Research Unit of Geophysics and exploit the extensive geophysical data set spanning more than 6 years. Preliminary results obtained for existing and recently collected data show the immense value of integrating geophysical methods across different scales for the characterization of alpine permafrost. Accordingly, the CryoGeoLab project will serve as a cornerstone for continued exploration and evaluation of permafrost dynamics at Hoher



Sonnblick, offering crucial insights with direct relevance to climate change research in mountain ecosystems.



Block 3: Vortragsbeiträge

13:30 – 15:00: Vortragsession 3

Vom Hohen Sonnblick zum Kitzsteinhorn: Permafroststatus und Naturgefahren
(Sessionleitung Gerfried Winkler und Philipp Marr) - *Pro Vortrag: 15 Min. Vortrag, 3 Min. Diskussion*

Tabelle 3: Übersicht zu den Vorträgen im Block 3 (13:30h bis 15:00h).


<i>Zeit</i>	<i>Titel</i>	<i>Autor:innen</i>
13:30 – 13:48	Permafrost Monitoring Hoher Sonnblick	Stefan Reisenhofer, Anton Neureiter, Gernot Weyss
13:48 – 14:06	CCI Permafrost status	Annett Bartsch & ESA CCI Permafrost team
14:06 – 14:24	From process understanding of alpine natural-hazard to observing climate impacts at 3500 m and above	Jan Beutel
14:24 – 14:42	Open-Air-Lab Kitzsteinhorn: A decade of glacier and permafrost monitoring in the Hohe Tauern Range	Ingo Hartmeyer, Markus Keuschnig, Robert Delleske, Michael Krautblatter
14:42 – 15:00	Long-term anchor load monitoring reveals changing stress regimes in warming permafrost rockwalls	Markus Keuschnig, Regina Pläsken, Ingo Hartmeyer

3.1. Permafrost Monitoring Hoher Sonnblick

Autoren: Stefan Reisenhofer (1), Anton Neureiter (1), Gernot Weyss (1)

Affiliationen: (1) GeoSphere Austria, Klimamonitoring und Kryosphäre, Wien, Österreich

Abstract/Zusammenfassung: Die Veränderungen der alpinen Kryosphäre sind im Zusammenhang mit dem Verständnis des Klimawandels von ganz besonderer Bedeutung und gelten deshalb seitens der WMO (World Meteorological Organization) als „Climate Essential Variables (CEVs)“ Insbesondere für Gebirgländer wie Österreich, wo die Klimaerwärmung deutlich stärker ist als im globalen Mittel, ist deren Langzeitmonitoring von größter Wichtigkeit. Gerade am Sonnblick besteht die einzigartige Chance




Kryosphärenänderungen im Zusammenhang mit dem sehr umfangreichen und qualitativ hochwertigen atmosphärischen Beobachtungsprogramm über einen langen Zeitraum zu untersuchen. Über die letzten Jahrzehnte wurde die messtechnische Infrastruktur am und um den Hohen Sonnblick stetig ausgebaut. Aufgrund dessen wurde der Hohe Sonnblick u.a. im Global Cryosphere Watch Programm der WMO als internationale Referenzstation eingestuft, bezeichnend für sein besonders umfangreiches und qualitativ hochwertiges Beobachtungsprogramm. Derartige Referenzstationen sowie die jahrzehntelangen Messreihen sind essentiell um die Veränderungen der Kryosphäre intensiv zu beobachten und um die komplexen Interaktionen und zu Grunde liegenden Prozesse zwischen Kryosphäre und Atmosphäre, aber auch der Biosphäre und Hydrosphäre, im Hinblick auf den Klimawandel zu erfassen und zu verstehen. Der Startschuss zur Permafrostforschung und zu einem kontinuierlichen Messstandort in Österreich erfolgte 2005 mit der Installation von Bohrlöchern an der Südflanke des Hohen Sonnblicks im Rahmen der Sanierung des Sonnblickgipfels. Das Permafrost Monitoring umfasst (a) Basistemperatur der Schneedecke (BTS) und Bodenoberflächentemperatur (Ground Surface Temperature - GST) im Bereich des Untersuchungsgebietes Wintergasse und im Bereich des Hohen Sonnblicks. (b) Kontinuierliche Messung der "seichten" Bohrlöchern mit 1 m Tiefe (Near Surface Temperature - NST) im Bereich des Untersuchungsgebietes Wintergasse und im Bereich des Hohen Sonnblicks. (c) Überwachung der Steinschlag- und Felssturzaktivität mittels drohnenbasierter Photogrammetrie und Kluftweitenmessungen. Ergebnisse aus den Teilbereichen des laufenden Monitorings werden im Rahmen eines Vortrages vorgestellt.

3.2. CCI Permafrost status

Authors: Annett Bartsch (1) & ESA CCI Permafrost team

Affiliations: (1) b.geos GmbH, Korneuburg, Austria

Abstract: The objective of Permafrost_CCI is to develop and deliver permafrost maps as ECV products primarily derived from satellite measurements. The required associated parameters by GCOS for the ECV Permafrost are "Depth of active layer (m)" and "Permafrost temperature (K)". Algorithms have been identified which can provide these parameters ingesting a set of global satellite data products (Land Surface Temperature (LST), Snow Water Equivalent (SWE), and landcover) in a permafrost model scheme that computes the ground thermal regime. In Permafrost_CCI we will strongly rely on data products from recent, ongoing and future ESA projects (e.g., LST_CCI, Snow_CCI), which offer consistency over several satellite generations. Validation and evaluation efforts comprise comparison to in-situ measurements of subsurface properties (active layer depth, active layer and permafrost temperatures, organic layer thickness, liquid water content in the active layer and permafrost) and surface properties (vegetation cover, snow depth, surface and air temperatures) as well as rock glacier inventories, local permafrost maps and geophysical survey measurements. Time



series which have been produced and made openly available during the first phase as well as plans for updates in the second phase will be presented.

3.3. From process understanding of alpine natural-hazard to observing climate impacts at 3500 m and above

Author: Jan Beutel (1)

Affiliations: (1) Department of Computer Science, University of Innsbruck, Innsbruck


Abstract: In this talk we will discuss the advances using modern wireless sensors in cryosphere research facilitating both novel methods, observation previously impossible but also long-lasting time series. I will present examples from the Matterhorn (CH) where one of the highest and long-lived observation platforms for mountain permafrost research is entertained by an international and interdisciplinary team.

3.4. Open-Air-Lab Kitzsteinhorn: A decade of glacier and permafrost monitoring in the Hohe Tauern Range

Authors: Ingo Hartmeyer (1), Markus Keuschnig (1), Robert Delleske (1), Michael Krautblatter (2)

Affiliations: (1) GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Austria; (2) School of Engineering and Design, TUM – Technical University of Munich, Munich, Germany

Abstract: Many high-mountain regions worldwide are warming at rates significantly higher than the global mean. This warming trend has severe impacts (e.g., glacier retreat, permafrost degradation, biodiversity reduction), which however often occur with considerable lag times and in non-linear fashion. Accurate identification and quantification of climate change consequences thus requires extended observation periods and long-term monitoring approaches. In this contribution we present results acquired at the Open-Air-Lab Kitzsteinhorn (OPAL) – a long-term geoscientific monitoring initiated in 2010. Since then the OPAL combines data on external forcing (climate), internal responses (rock temperatures) and surface changes (rockfall, glacier retreat) and thus provides valuable insights on the correlation between climate warming and rock mass destabilization in high-alpine rock faces. Borehole temperature measurements carried out at the Kitzsteinhorn north-face demonstrate permafrost conditions with maximum active layer depths around 4 m and a trend towards increased thaw depths. Temperature below the zero annual amplitude (at 15 m) is -1.8 °C and displays a warming trend that decreases with depth. Since 1953 the surface area of the Schmiedingerkees has decreased from 2.17 to 0.75 km² equalling a loss of 65 %. Ice volume is investigated by GPR (ground-penetrating radar) measurements and UAV



photogrammetry and has diminished from 30 to 17 million m³ since 2008 (-43 %) since 2008. The pronounced glacier recession has had a significant impact on rockfall activity, which is eight times higher in freshly exposed rockwall sections than in areas unaffected by recent glacier retreat.

3.5. Long-term anchor load monitoring reveals changing stress regimes in warming permafrost rockwalls

Authors: Markus Keuschnig (1), Regina Pläsken (2), Ingo Hartmeyer (1)

Affiliations: (1) GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Austria; (2) School of Engineering and Design, TUM – Technical University of Munich, Munich, Germany

Abstract: High-mountain environments have been demonstrated to react particularly sensitive to recent climate warming. The thermal response of mountain permafrost to atmospheric warming is usually lagged and attenuated, and negatively affects the bearing capacity of bedrock/subsoils in high-alpine regions. Building structures, which are founded on such permafrost-influenced bedrock/subsoils can be severely damaged by changes to their geotechnical boundary conditions. Rock anchors are the most common engineering measures for the stabilization of such foundation-systems in bedrock. However, despite their frequent use only limited long term data is available on the mechanical behavior of anchors in permafrost affected bedrock. Here we use three anchor load datasets from 01.01.2016 until 31.12.2020 to cover five full calendar years. For load measurement a hydraulic anchor load cell type KK VW from Glötzl is used. The recorded load data is characterized by significant seasonal variations with similar patterns at all three anchors. During the first half of each year anchor loads are stagnating at values close to the seasonal maximum. In July/August load curves drop significantly and reach their seasonal minimum in September/October. Afterwards load values increase considerably and return to the winter stagnation phase in December/January. Overall, all anchor loads thus show a succession of plateaus (first half of each year) and u-shaped troughs (second half of each year). Over the five-year period the annual anchor load minimum and the seasonal maximum thickness of the active layer show a pronounced negative correlation. Interannual increases (decreases) of the maximum ALT are mirrored by similar decreases (increases) of the anchor load minimum in each of the four year-to-year comparisons. A four-year ALT growth (2016-19) is reflected by similar load reduction rates. ALT reduction from 2019-20 is mirrored by slightly increasing (or stagnating) anchor load minima.

Block 4: Posterbeiträge

15:30 – 17:00: Postersession

Geomorphologie und Permafrost

Posterformat: Maximal Format DIN B0 mit einer Größe von 1000 x 1414 mm und im Querformat

Tabelle 4: Übersicht zu den Posterbeiträgen im Block 4 (15:30h bis 17:00h).

<i>Posternr.</i>	<i>Titel</i>	<i>Autor:innen</i>
P1	Investigation of sub-annual movement variations at the Dösen rock glacier (Hohe Tauern range, Austria).	Hanna Pfeffer, Viktor Kaufmann, Martin Mergili, Andreas Kellerer-Pirklbauer
P2	Assessing rock glacier activity as proxy for permafrost distribution in the Austrian Alps using radar interferometry and image correlation techniques	Ruben Schroeckh, Markus Keuschnig, Jan-Christoph Otto
P3	The summer heatwave in 2022 and its role in permafrost and periglacial conditions at the historic Hochtorn mountain pass, Hohe Tauern Range, Austria	Andreas Kellerer-Pirklbauer, Julia Eulenstein
P4	Slope instabilities in a changing high mountain environment: 16 years of monitoring the rock fall area at Mittlerer Burgstall, Austria	Michael Avian, Andreas Kellerer-Pirklbauer, Melina Frießenbichler, Reinhard Gerstner, Christian Zangerle
P5	Die Eignung satellitenbasierter Schneeprodukte für Monitoring- und Modellierungsanwendungen in den Permafrostregionen im Pamir und Hindukusch	Harald Zandler
P6	Morphometry and formation of asymmetrical dolines in the Central Styrian Karst	Christian Bauer, Andreas Kellerer-Pirklbauer, Thomas Wagner

P8	Short- and long-term feedback between vegetation and morphodynamic processes and climate warming (SEHAG)	Mattia Sartori, Katharina Ramskogler, Michael Becht, Ben Marzeion, Norbert Pfeiffer, Gabriele Chiogna, Erich Tasser
----	--	---

4.1. Investigation of sub-annual movement variations at the Dösen rock glacier (Hohe Tauern range, Austria)

Authors: Hanna Pfeffer (1), Viktor Kaufmann (2), Martin Mergili (1), Andreas Kellerer-Pirklbauer (1)

Affiliations: (1) Institute of Geography and Regional Science, University of Graz, Graz, Austria; (2) Institute of Geodesy, Graz University of Technology, Graz, Austria

Abstract: At the Dösen Rock Glacier long-term and inter-annual variabilities of rock glacier velocity (RGV) between 1954 and 2022 have been analyzed comprehensively. Yet intra-annual fluctuations are not represented by the available datasets and hence poorly understood. We aim to complement the existing records by introducing and interpreting a new dataset of intra-annual RGV comprising the period from August 2021 to August 2022. Geodetic monitoring at the Dösen Rock Glacier is based on the repeated localization of 34 objects points distributed across the landform using a total station (1995-2012) and GNSS-equipment (2013-2022). Landform wide RGV amounted to 51cm/a (n=11) during the last inter-annual period from 08/2021 to 08/2022, which is substantially higher than the mean of 36cm/a (n=11) during the era of geodetic measurements. To assess the movement pattern for summer and early fall 2022, annual campaigns performed on 17.08.2021 and 17.08.2022 were complemented by additional field measurements conducted on 07.07.2022 and 28.09.2022. This allows for an evaluation of three sub-annual periods. Normalized RGVs of 51cm/a (n=11) from 08/2021 to 07/2022; 48cm/a (n=11) from 07/2022 to 08/2022; and 58cm/a (n=11) from 08/2022 to 09/2022 were calculated. Individual point velocities during those periods are higher at the center and lower at the margins. During the investigated periods single point values range from no solid evidence for displacements to RGV of up to 76cm/a. The present study analyses spatial and temporal patterns, variability, and anomalies of RGV with a focus on the entire landform as well as individual points. It revealed a general acceleration during summer, peaking in early autumn. From a single point perspective, the evolution is complex and suggest an asynchronous velocity rhythm with varying onset, stabilization and ceasing of high velocities in the upper and lower zones of the investigated landform. The results emphasize the need for permanently installed monitoring solutions resolving displacements with a higher temporal resolution.

4.2. Assessing rock glacier activity as proxy for permafrost distribution in the Austrian Alps using radar interferometry and image correlation techniques

Authors: Ruben Schroeckh (1), Markus Keuschnig (2), Jan-Christoph Otto (1)



Affiliations: (1) Department of Environment and Biodiversity, University of Salzburg, Salzburg, Austria; (2) GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg, Austria; AUGMENTERRA GmbH, Austria


Abstract: Permafrost plays a critical role in the geohydrological cycle and landscape evolution of high mountains. Permafrost conditions are currently undergoing strong changes due to rising air and ground temperatures. Changes in permafrost temperature can lead to slope instabilities like rockfall and rockslide and are increasingly observed in the European Alps. The estimation of permafrost distribution in the Austrian Alps is mainly based on temporally and spatially limited data. The most recent country-wide estimation was produced more than ten years ago. With respect to the dynamics of temperature changes in Austria an update of the knowledge base of permafrost in Austria distribution is urgently needed, but data on permafrost occurrence or subsurface temperature is only available for few selected sites. We apply rock glaciers as indirect indicator of permafrost conditions to ascertain a country-wide state of the art knowledge on permafrost distribution. Active rock glacier creep is initiated by ground ice and is regarded as indicator for permafrost conditions. Recent studies have shown that interferometric SAR is suitable to measure rock glacier velocities at high spatial and temporal resolutions. In this work, we use SqueeSAR (TRE ALTAMIRA) processed Sentinel-1 data over two years (2020-2022) and digital image correlation (DIC) of repeated airborne imagery and digital elevation models using SAGA IMCORR tool to identify active rock glaciers in Austria. The identified rock glaciers deliver the base data for permafrost distribution modelling using a topoclimatic approach. Rock glacier movement rates derived by SAR and DIC are compared to published rates for selected sites. Our preliminary results indicate that the quantified creep rates correspond well with existing measurements. Furthermore, the calculated motion rates of the DIC cover several directions of motion, it seems possible to distinguish between the real flow motion and a thawing motion. This allows a more accurate classification of the RG activity, which is also applicable to the SqueeSAR data since the motion rates of active RGs exceeds the measurable quantities from SAR data.

4.3. The summer heatwave in 2022 and its role in permafrost and periglacial conditions at the historic Hochtorn mountain pass, Hohe Tauern Range, Austria

Authors: Andreas Kellerer-Pirklbauer (1), Julia Eulenstein (1)

Affiliations: (1) Institute of Geography and Regional Science, University of Graz, Graz, Austria

Abstract: Air temperatures in the meteorological summer 2022 (June-August) were 1.3°C higher than normal averaged over Europe. We analysed the long-term warming effects at a high mountain pass in central Austria (Hochtorn, 2576 m asl, 47.08°N, 12.84°E). Archaeological finds along the former travel route passing Hochtorn suggest that this mountain pass was used in prehistoric times. Solifluction processes caused the displacement of archaeological finds




from their original positions with implications for present periglacial research. We worked on the research question how ongoing climate change caused modifications in the ground thermal regime and subsequently on permafrost and periglacial conditions at this site. The aims were: (1) to analyse ground temperature and permafrost conditions and trends, (2) to evaluate changes of potential frost-related weathering, and (3) to assess the impact of the recent atmospheric warming including the summer 2022 on the ground thermal conditions since the late 19th century at Hochtor. We used long-term ground temperature data (2010-2022) from depths down to 60 cm, repeated electrical resistivity tomography (ERT) measurements from two years (2019, 2022), and auxiliary data dating back to 1887 (instrumental data) or Roman times (archaeological finds). Our results indicate that Hochtor changed in 2010-2022 from an active permafrost site to an inactive one with a supra-permafrost talik zone in between the seasonally thawing and freezing top layer and the permafrost. As revealed by time-lapse ERT analyses, a mean annual resistivity decreasing rate of 3.9 to 5.2% yr⁻¹ indicates distinct and profile-wide permafrost degradation at three ERT profiles. The summers of 2003, 2015, 2019 and 2022 were the four warmest ones in the period 1887-2020. We conclude that the resistivity changes are not the single effect of the summer heatwave of 2022 but must be seen as a long-term signal of permafrost degradation which has increased significantly in the recent past.

4.4. Slope instabilities in a changing high mountain environment: 16 years of monitoring the rock fall area at Mittlerer Burgstall, Austria

Authors: Michael Avian (1), Andreas Kellerer-Pirklbauer (2), Melina Frießenbichler (1), Reinhard Gerstner (3), Christian Zangerle (3)

Affiliations: (1) GeoSphere Austria, Department of Climate Impact Research, Vienna, Austria; (2) Institute of Geography and Regional Science, University of Graz, Graz, Austria; (3) Institute of Applied Geology, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

Abstract: In June 2007, an extensive rock fall releasing a volume of appr. 450,000 m³ occurred at the Mittlerer Burgstall (2903 m.as.l.), near Pasterze Glacier, Austria. This extraordinary event was the initial event to establish a comprehensive monitoring network since 2007. This monitoring activities comprise continuous monitoring (ground temperature monitoring, since 2007), annual to sub-annual repeat measurements (terrestrial laserscanning until 2021; unmanned aerial vehicles/ UAV 2021) as well as geophysical campaigns (electrical resistivity tomography/ERT in 2020). In addition, in 2022 and 2023 small scale (1:2000) geological mapping was carried out in order to get a better understanding of geological preconditions in terms of fracture system and foliations. Results from annual surface deformation analysis derived from TLS and UAV surveys propose that the processes leading to the event of 2007 are not completed yet. The entire SE ridge of the Mittlerer Burgstall is still moving towards NE showing average movement rates of 23 - 93 cm/a between 2019 and 2022. During the period




2007 to 2022, the mean annual ground temperature at the surface and at depth (10 and 55 cm) changed from predominantly slightly negative to predominantly positive suggesting warm permafrost conditions. Such thermal conditions are in general suitable for deforming rock masses. In addition, the ERT campaign in September 2020 revealed for the mountain summit plateau of Mittlerer Burgstall a several meter thick unfrozen layer covering both near-surface permafrost lenses as well as massive permafrost at greater depth suggesting degrading permafrost conditions. We conclude that the movement of the block mass seems to be an interaction of the persisting block slide also affected by the ongoing melting of an adjacent glacier part of the Pasterze Glacier, which formerly acted as stabilizer of the now deglaciated rock face.

4.5. Die Eignung satellitenbasierter Schneeprodukte für Monitoring- und Modellierungsanwendungen in den Permafrostregionen im Pamir und Hindukusch

Autor: Harald Zandler (1)

Affiliation: (1) Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz, Graz, Österreich

Zusammenfassung: Die Gebirge Hochasiens unterliegen als „Hotspot“ des Klimawandels starken Umweltveränderungen, wobei ein Schwerpunkt des Wandels vor allem in den höchsten Regionen des diskontinuierlichen Permafrostes liegt. Die Bedeutung dieser Gebiete als überregionale Wasserquellen, die Vulnerabilität gegenüber Naturgefahren und die hohe Biodiversität führen zur Notwendigkeit flächendeckender wissenschaftlicher Monitoringansätze. Durch das weitgehende Fehlen meteorologischer Infrastruktur oder qualitativ hochwertiger Klimadaten in vielen Regionen Hochasiens sind wissenschaftliche Untersuchungen und die Interpretation des Umweltwandels jedoch nur stark eingeschränkt oder nicht zufriedenstellend möglich. Der vorgestellte Beitrag untersucht daher das Potential eines satellitenbasierten Schneeproduktes (MOD10A1) für unterschiedliche Fragestellungen regionaler Umweltveränderungen in der diskontinuierlichen Permafrostzone Hochasiens. Oberflächennahe Bodentemperaturdaten zeigen klare Zusammenhänge zwischen abgeleiteten Fernerkundungsparametern, z.B. der Fractional Snow Cover, mit Tagesschwankungen der Bodentemperatur, was die Eignung dieses Datensatzes als eine Variable zur großflächigen Analyse des thermalen Bodenregimes bzw. geomorphologischer Prozesse nahelegt. Felddaten und fernerkundungsbasierte Vegetationsdaten in Schutzgebieten mit geringer menschlicher Nutzung zeigen darüber hinaus, dass Anomalien der Frühlings-Schneebedeckung stark positiv mit Vegetationsanomalien während der folgenden Vegetationsperiode korrelieren, was ihre Eignung als Niederschlags- bzw. Feuchteproxys in wasserlimitierten Ökosystemen unterstreicht. Räumlich höher aufgelöste Schnee Indizes, abgeleitet aus Sentinel-2 Daten, zeigten sich schließlich als wichtige zusätzliche Variablen für die Ableitung verschiedener Landbedeckungsarten und unterstreichen die Bedeutung längerer Zeitreihen dieser Datensätze für zukünftige



Anwendungen. Der vorgestellte Beitrag zeigt somit das Potential existierender Fernerkundungsprodukte für räumlich-flächendeckende Analysen in der Hochgebirgs- und Permafrostforschung in peripheren Regionen.

4.6. Morphometry and formation of asymmetrical dolines in the Central Styrian Karst


Authors: Christian Bauer (1), Andreas Kellerer-Pirklbauer (1), Thomas Wagner (2)

Affiliation: (1) Institute of Geography and Regional Science, University of Graz, Graz, Austria; (2) Institute of Earth Sciences, University of Graz, Graz, Österreich;

Abstract: The Central Styrian Karst (CSK) encompasses the occurrence of karst formations in carbonate rocks near Graz, Austria. Unlike in Alpine regions, this area remained unaffected by Pleistocene glacial erosion. Given the absence of glacial erosion and the dominance of subaerial processes, (karst-)morphological features are presumed to exist since a long period of time. Consequently, the CSK is a prominent area to investigate landscape evolution in a non-glaciated Alpine area where karstifiable rock were also affected by periglacial processes during the Pleistocene. In addition, the landscape comprise numerous planation surfaces grouped into several levels dating to several Mio. yrs BP. So far unknown for the CSK are the asymmetries of many dolines detected recently due to airborne lasercanning data. These dolines exhibit a NW-SE elongation, with steeper slopes facing S-to-SE, and flatter ones facing N-to-NW. Some authors have attributed asymmetric dolines in other regions to tectonic influences. However, dolines in close proximity to main fault systems in the CSK do not display these peculiar asymmetries. On the other hand, dolines further away from the main fault systems show obvious asymmetries. These asymmetries occur at various levels (possibly indicating different ages). This contradicts a syngenetic origin of elongation and suggests subsequent re-shaping after primary formation of dolines. Similar asymmetries observed in the Northern Calcareous Alps have been interpreted as the result of snow-patches, where prevailing wind directions cause snow accumulation in the lee of doline rims. This type of karst is known as nival karst, which requires the absence of glacial erosion and permafrost to impede subsurface drainage. The CSK satisfies the climatic conditions for the development of nival karst during colder periods of the Pleistocene. We hypothesize that the morphometry and formation of asymmetric dolines in the CSK must be seen in relation to a severe periglacial influence.

4.7. Short- and long-term feedback between vegetation and morphodynamic processes and climate warming (SEHAG)

Authors: Mattia Sartori (1), Katharina Ramskogler (1,2), Michael Becht (3), Ben Marzeion (4), Norbert Pfeiffer (5), Gabriele Chiogna (6), Erich Tasser (1)



Affiliations: (1) Institute for Alpine Environment, Eurac Research, Bozen/Bolzano, Italy; (2) Department of Botany, University of Innsbruck, Innsbruck, Austria; (3) Department of Physical Geography, Catholic University Eichstätt-Ingolstadt, Eichstätt, Germany; (4) Institute of Geography, University of Bremen, Bremen, Germany; (5) Department of Geodesy and Geoinformation TU Wien, Vienna, Austria; (6) Chair of Hydrology and River Basin Management, Technical University of Munich, Munich, Germany

Abstract: The SEHAG project investigates the impacts of historical and future climate warming in high alpine areas where glacier retreat has led to an enlargement of the proglacial systems. The primary succession in the glacier foreland is interconnected with, and dependent on, the time since deglaciation, site conditions and geomorphic disturbances. Understanding the influence of these explanatory variables necessitates a holistic understanding of the vegetation establishment and development. Thus, an interdisciplinary approach that combines research fields of climatology, geomorphology, hydrology, botany, and spatial modelling is needed, in order to develop a comprehensive understanding of vegetation developments. Understanding the past processes in the glacier foreland allow also to model the vegetation development into a future climate situation. The study sites for our research were the Martell Valley (South Tyrol, Italy), the Kauner and the Horlach Valley (both in Tyrol, Austria). Plots of 5 × 2 m² were installed to analyze changes in vegetation cover, species number, and species composition. A total of thirty potential explanatory variables were collected and clustered via Principal Component Analysis (PCA) to five components. Furthermore, vegetation types were mapped for each study area, based on georeferenced orthophotos, with temporal intervals of approximately 20 years, reaching back to 1953. Results showed that explanatory variables for the development of these vegetation changes are related to components such as elevation and time, solar radiation, soil chemistry and soil physics. Therewith, our results support a better understanding of processes in the glacier foreland and also allow forecasts of developments in the future.

Weitere Einreichungen

Eingereichte Beiträge, die nicht persönlich präsentiert werden konnten.

5.1. Agricultural terraces - new approaches to the study of these enigmatic anthropogenic landforms

Authors: Andreas Lang (1) and TerrACE Team

Affiliations: (1) Department of Environment and Biodiversity, University of Salzburg, Salzburg, Austria


Abstract: Agricultural terraces are a long-overlooked archive for evidence of human-environment interaction. The rapidly accumulated soil and sediments preserve artifactual and ecofactual evidence of economic and subsistence activities side-by-side with evidence for the changing natural environment. This archive is however complicated by taphonomic issues, resulting from colluvial, pedogenic, and human processes which mix deposits and result in difficulty dating construction and use, especially in multi-phase sites. The poster will highlight results from different terrace settings across Europe that emerge from the ERC funded TerrACE project. Sites include classic eastern Mediterranean Bronze-age locations, extensive alpine steep slope settings as well as simple lynchets. Geographic distribution spans from Northern England and Norway to Sicily and Crete. All sites were surveyed in detail using LIDAR and photogrammetric techniques. Trenches were excavated across the width of terrace risers and terrace deposits were sampled for pXRF, pOSL, OSL, radiocarbon, magnetic susceptibility, soil micromorphology, phytoliths and sedimentary DNA. Analytical results combined with traditional field based and stratigraphic techniques revealed detailed insights into phases of terrace construction and use, failure of the terrace systems, terraces abandonment and re-use.

5.2. Blockgletscher und deren Ablagerungen als chronologische und sedimentologische Herausforderung in der Geologischen Landesaufnahme

Autor: Jürgen M. Reitner (1)

Affiliation: (1) GeoSphere Austria, Abteilung Sedimentgeologie, Wien, Österreich

Zusammenfassung: Blockgletscher und deren Hinterlassenschaften fanden relativ spät Eingang in die offiziellen Geologischen Karten (GK) der Geologischen Bundesanstalt (heute GeoSphere Austria). In den Karnischen Alpen auf GK 198 Weißbriach (1987) wurden erstmals Blockgletscher dargestellt. Die Verwendung des Begriffs Blockgletscherablagerung - als die standardisierte geologische Bezeichnung für reliktsche Blockgletscher - erfolgte erstmals für



GK 122 Kitzbühel (2003). Durch die Zusammenarbeit mit Gerhard Lieb (Universität Graz) gelang es dann in der Reißeckgruppe (Hohe Tauern) sowohl die Blockgletscher als auch deren Sedimente auf der GK 182 Spittal a. d. Drau (2006) darzustellen. Die dortige geologische Aufnahme im bewaldeten Gebiet führte – damals noch ohne Laserscandaten – zur Erfassung sehr tiefgelegener Blockgletscherablagerungen, mit Untergrenzen in etwa 1200 m Höhe im Norden (Maltatal) und in etwa 1600 m auf der Südseite. Nach einem erfolgreichen Testlauf für Oberflächenexpositionsdatierung (SED) mit ^{10}Be an zwei Blöcke durch Susan Ivy-Ochs (ETH Zürich) im Jahr 2007, wurde dann die gesamte Sequenz aus Blockgletscherablagerungen in der Dissertation von Olivia Steinmann (ETH Zürich; 2020) geochronologisch und im Kontext mit der spätglazialen Gletscherentwicklung erfasst. Aus diesen Ergebnissen ging klar hervor, dass die Blockgletscherstabilisierung nach dem Gschnitz-Stadial (~16 ka) stattfand. Dort wo Endmoränenzüge des Gschnitz-Stadials vorhanden sind, findet man die ältesten Blockgletscher im ehemaligen Bereich der Gletscherzunge. Bei diesen Untersuchungen und bei den vergangenen und aktuellen Kartierungen in den Hohen Tauern und den Kitzbüheler Alpen war bzw. ist die Unterscheidung zwischen spätglazialen Blockgletscherablagerungen und den Ablagerungen von schuttbedeckten Gletschern eine der größten Herausforderungen. Die morphologische Analyse von Sedimentkörpern ist mit den heute verfügbaren Laserscandaten schnell erledigt. Da jedoch glaziale, periglaziale und auch gravitative Prozesse ähnliche bis gleichartige Landformen (z.B. Wälle) produzieren, ist die Geländearbeit nicht ersetzbar. Anhand von Beispielen wird die Wichtigkeit einer sedimentologischen Methodik (z.B. Lithofaziesanalyse) zur Abklärung der Genese und letztlich für die Etablierung von korrekten Chronologien sowie paläoklimatischen Schlussfolgerungen gezeigt.



Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Gerhard Karl Lieb (Universität Graz) und Viktor Kaufmann (Technische Universität Graz) initiierten im Rahmen der 7. International Conference on Permafrost (ICOP) in Yellowknife (Kanada) im Jahr 1998 den Beitritt Österreichs zur International Permafrost Association (IPA). Auf dem Bild ist Gerhard Karl Lieb bei seiner Präsentation zum Permafrost in Österreich im Zuge dieser Tagung zu sehen (Foto: Viktor Kaufmann)..... 4
- Abbildung 2:** Zu Ehren der 25-jährigen Mitgliedschaft bei der IPA wird im September 2023 gemeinsam mit dem Nationalpark Hohe Tauern Kärnten und unter der Schirmherrschaft der Österreichischen Forschungsgruppe für Geomorphologie und Umweltwandel in Mallnitz ein Festsymposium veranstaltet (Grafik: Andreas Kellerer-Pirklbauer, Foto Viktor Kaufmann)..... 5





Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den Vorträgen im Block 1 (9:00h bis 10:30h)	7
Tabelle 2: Übersicht zu den Vorträgen im Block 2 (11:00h bis 12:30h).....	12
Tabelle 3: Übersicht zu den Vorträgen im Block 3 (13:30h bis 15:00h).....	18
Tabelle 4: Übersicht zu den Posterbeiträgen im Block 4 (15:30h bis 17:00h).....	22





ÖGG Österreichische
Geographische
Gesellschaft



Medieninhaber und Herausgeber, Verleger:

Kärntner Nationalparkfonds Hohe Tauern
Döllach 14 | 9843 Großkirchheim | Austria
Tel.: +43 (0) 4825 / 6161, E-Mail: nationalpark@ktn.gv.at



www.hohetauern.at