

# **Permafrost und Blockgletscher in den Alpen – das Beispiel ÖK Blatt 182 Spittal a.d. Drau**

**G.K. Lieb**

Institut für Geographie und Raumforschung, Universität, 8010 Graz

## **Inhalt**

Zusammenfassung

Summary

1. Einleitung
2. Anmerkungen zum Kenntnisstand
3. Die Verbreitung des gegenwärtigen Permafrostes
4. Die Blockgletscher der Reißbeckgruppe
5. Schlussbemerkung zur Bedeutung von Permafrost und Blockgletschern

Literatur

## **Zusammenfassung**

Die Arbeit beginnt mit einigen Aspekten des Kenntnisstandes über Permafrost in den österreichischen Alpen. Die gegenwärtige Verbreitung von Permafrost und Blockgletschern im Untersuchungsgebiet wird mit besonderer Berücksichtigung der dabei auftretenden methodischen Fragen diskutiert. Das Schlusskapitel beleuchtet die Signifikanz von Blockgletschern im Hochgebirge.

## **Summary**

**Permafrost and rock glaciers in the Alps – the example of Austrian map sheet 182 Spittal a.d. Drau**

The paper presents some aspects of the state of knowledge on permafrost in the Austrian Alps. The current distribution of permafrost and of rock glaciers in the study area is discussed with special regard of the methodical problems involved. The conclusions outline the significance of rock glaciers in high mountain environments.

## **I. Einleitung**

Dem Permafrost (definiert als Lithosphärenmaterial, das über mehrere Jahre hinweg Temperaturen unter 0 °C aufweist) wurde in den letzten Jahrzehnten in den Hochgebirgsräumen der Alpen vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt. Eine Ursache hierfür ist, dass Permafrost als Indikator des globalen Klimawandels in Frage kommt. Dabei hängen Veränderungen des Permafrostmilieus im Hochgebirge offenbar stark mit der Dynamik von Massenbewegungen bzw.

Naturgefahren zusammen. Als wichtigste Manifestation von Permafrost im Hochgebirge gelten Blockgletscher (definiert als kriechende, eisübersättigte Lockersedimentkörper unter Permafrost-Bedingungen; hierzu und für weitere terminologische Fragen vgl. BARSCH [1996]), deren Erforschung besonders durch neue, hoch auflösende Monitoring-Techniken wichtige Impulse erhalten hat (z.B. KÄÄB et al., 2003, KAUFMANN & LADSTÄTTER, 2003).

In seinem nordwestlichen Teil deckt das ÖK-Blatt 182 Spittal/Drau einen bedeutenden Teil der Reißbeckgruppe und somit der Hohen Tauern ab, die traditionell zu einem der Schwerpunktgebiete der Permafrost-Forschung in Österreich gehören. Da auch für das Gebiet des Kartenblattes selbst eine Reihe von Untersuchungsergebnissen zu Permafrost und Blockgletschern vorhanden sind, lag es nahe, hierüber im vorliegenden Rahmen zu berichten und zumindest eine Auswahl an Blockgletschern auch in die Geologische Karte aufzunehmen.

## 2. Anmerkungen zum Kenntnisstand

Die Permafrostforschung hat sich als relativ eigenständige Querschnittsmaterie im Berührungsbereich von Geologie, Geomorphologie, Physischer Geographie, Geophysik, Pedologie u.a. etabliert, was man etwa an der Existenz einer internationalen Forschungsgruppe (International Permafrost Association, IPA), deren Mitglied Österreich ist, oder einer einschlägigen Fachzeitschrift (Permafrost and Periglacial Processes) erkennt. In Österreich gibt es viele einzelne Forschungsinitiativen – mit klarem Schwerpunkt im Bereich der Blockgletscher –, woraus ein überblicksmäßiges Bild der Permafrostverbreitung gezeichnet werden kann: In den österreichischen Alpen ist im Mittel oberhalb von 2500 m mit dem Auftreten von Permafrost zu rechnen, in Summe dürften rund 2000 km<sup>2</sup> oder 2,4% der Staatsfläche von Permafrost unterlagert sein (LIEB, 1998, 2000).

Für die Reißbeckgruppe liegt eine spezielle Darstellung der Permafrostverhältnisse vor (LIEB & KROBATH, 2002), auf die für Details der Erforschungsgeschichte verwiesen und in der Folge auch mehrfach zurückgegriffen wird. Der östliche Teil der Hohen Tauern war auch das Untersuchungsgebiet für mehrere methodisch ausgerichtete Studien wie etwa die GIS- und fernerkundungsgestützte Modellierung der Permafrostverbreitung (AVIAN, 2002) oder die photogrammetrische Bearbeitung des aktiven Blockgletschers im hinteren Dösental bei Mallnitz (KAUFMANN, 1998).

## 3. Die Verbreitung des gegenwärtigen Permafrostes

Permafrost ist als – in der Hauptsache von der Strahlungsbilanz induzierter – thermischer Zustand des Untergrundes (im Sommer noch dazu unterhalb einer oberflächennahen „Auftauschicht“) nur in seltenen Ausnahmefällen unmittelbar sichtbar. Vielmehr muss seine Existenz aus indirekten Informationen erschlossen werden. Hierzu wurde eine breite Methodenpalette entwickelt, die von einfachen Temperaturmessungen an Quellen bis zu aufwändigen geophysikalischen Untersuchungen reicht (KING et al., 1992). Für eine Erstabschätzung der Permafrostverbreitung ist die GIS-gestützte Modellierung so weit operationalisiert, dass sie routinemäßig eingesetzt werden kann. Für die Studie von LIEB & KROBATH (2002) wurde ein einfacher Ansatz verwendet, der Seehöhe, Exposition und ausgewählte Gelände-Parameter berücksichtigte. Auf dieser Grundlage konnten in einem nächsten Schritt gezielt Spezial-Untersuchungen lokalisiert werden, die das modellierte Verbreitungsbild des Permafrostes zwar in den Grundzügen bestätigten, aber doch auch lokale Modifikationen notwendig machten.

In der Reißbeckgruppe tritt auf Grund der bescheidenen Seehöhen (höchster Gipfel der Gruppe und des Kartenblattes: Gr. Reißbeck, 2965 m) Permafrost gegenwärtig nur in den innersten Gebirgstteilen auf. Mit einer berechneten mittleren Untergrenze der Kategorie „Permafrost wahrscheinlich“ bei 2833 m in südlicher Exposition bleibt diese beinahe frei von Permafrost, während 60% der Kategorie „Permafrost wahrscheinlich“ allein auf den Nordsektor bei einer mittleren Untergrenze von 2498 m entfallen (Expositionsanalyse in 4 Klassen zu je 90°). Auch die Geländebefunde bestätigen, dass der Schwerpunkt der Permafrostverbreitung in und unterhalb der Nordwände der Hauptgipfel der Gruppe liegt. Die Exposition und starke Horizontüberhöhung gegen S bedingen hier auch das Vorhandensein perennierender Schneefelder und der wenigen Gletscher.



Abb. 1: Schattseitige Hänge der Hochlagen werden weithin von Permafrost unterlagert, die sommerlichen Schneefelder sind ein Hinweis darauf.  
(Blick vom Gr. Reißbeck, 2965 m, nach S) Foto: LIEB.

Unschärfen weisen die Modellierungsergebnisse hingegen dort auf, wo weniger die Exposition als vielmehr grobblockiges Substrat als Permafrost erhaltender Faktor in Erscheinung tritt. So ist beispielsweise durch verschiedene Methoden sowie durch (beim Bau des Speichersees Großer Mühdorfer See) aufgeschlossenes Untergrundeis die Existenz von Permafrost im Kar unterhalb der Seescharte (SSE Reißbeckhütte) gesichert, obwohl die Modellierung hier nur die Kategorie „Permafrost möglich“ auswies. Da grobblockige Schutt-Akkumulationen in den Hochlagen der Reißbeckgruppe (Abb. 1) und weiter Teile der Zentralalpen sehr häufig sind, können die gängigen Modellierungen lokal beträchtlich zu geringe Permafrostflächen anzeigen. Dementsprechend wird daran gearbeitet, in neuen Modellierungsansätzen das Untergrundsubstrat über Fernerkundungsdaten einzubeziehen.

## 4. Die Blockgletscher der Reißbeckgruppe

Für die österreichischen Alpen östlich von Nordtirol existiert ein flächendeckendes Inventar aller Blockgletscher (LIEB, 1996, 2000), das aus Luftbildern durch einfache visuelle Interpretation gewonnen wurde. Darin sind 1451 Blockgletscher, differenziert nach den Aktivitätsklassen „intakt“ (282 oder 19,4%) und „fossil“ (1169 oder 80,6%), enthalten. Intakt bedeutet, dass der betreffende Blockgletscher noch Permafrost enthält, wobei wiederum zwischen aktiv (in Bewegung stehend) und inaktiv (unbewegt) zu unterscheiden ist, was jedoch aus bloßer Luftbildkartierung nicht beurteilt werden kann. Fossile Blockgletscher enthalten keinen Permafrost mehr, besitzen aber das unverwechselbare (durch das Ausschmelzen des Eises sogar noch betonte) „fluidale“ Erscheinungsbild von Blockgletschern. Für die gesamte Reißbeckgruppe (innerhalb der üblichen Begrenzung Liesertal – Maltatal – Gössgraben – Mallnitzer Scharte – Dösen – Mölltal) enthält das Inventar insgesamt 45 Blockgletscher, davon 19 intakte und 25 fossile.

Für die Aufnahme in die Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 182 Spittal, wurden die im Inventar enthaltenen Blockgletscher einer Revision unter Berücksichtigung jüngerer Beobachtungen und Kartierungen unterzogen. Auf dieser Basis wurden 31 Blockgletscher (davon 3 nördlich und östlich außerhalb der Reißbeckgruppe) zur Eintragung vorgeschlagen. Hierzu ist methodisch und inhaltlich Folgendes anzumerken:

- Die Grundlage der Kartierung bildeten, wie erwähnt, Luftbilder. Ein Besuch von Blockgletschern war zwar in vielen, jedoch keineswegs in allen Fällen möglich, weshalb insbesondere die Unterscheidung zwischen aktiven und inaktiven nur in Ausnahmefällen möglich ist. Es sollte daher mit dem Überbegriff intakt gearbeitet werden.
- Aufgrund des vorgegebenen Maßstabs können die Blockgletscher nicht vollständig erfasst, sondern nur ab einer Mindestgröße von etwa 10 ha eingetragen werden. Damit bleiben einige interessante und exponierte Formen – wie z.B. der nur knapp 100 m lange, weit nach SE vorgeschobene intakte Blockgletscher unter der Ostwand des Gmeinecks (2592 m) – unberücksichtigt.
- Blockgletscher entwickeln sich meist aus Schutthalden und haben keine klar definierten Oberränder. Die in der Karte eingetragenen Blockgletscher-Begrenzungen können also nicht den Anspruch erheben, die Blockgletscher-Flächen (im Sinne der jeweiligen Areale kriechenden Permafrosts) exakt wiederzugeben. Eine eventuell ableitbare Quantifizierung der Blockgletscher-Flächen müsste dies bei der Interpretation berücksichtigen.
- Besonders bei komplex gebauten fossilen (reliktischen) Blockgletschern, deren Aktivitätsphasen im Spätglazial vermutet werden können, sind auch lokale Fehlinterpretationen nicht auszuschließen. Dies betrifft nicht unbedingt fossile Blockgletscher als Ganzes, sondern eher Teile ihrer Begrenzung bzw. ihre innere Gliederung in verschiedene Teile („multi-unit-rock glaciers“). In Einzelfällen können jedoch auch Formenkonvergenzen zu Gleit- oder Sturzmassen auftreten oder sich solche zu Blockgletschern weiterentwickeln.



Abb. 2: Fossile Blockgletscher bilden oft einen scharfen Kontrast zur umliegenden alpinen Grasheide (Blick vom Hochkedl, 2558 m, nach SSE zum Sonnblick). Foto: LIEB.

## 5. Schlussbemerkung zur Bedeutung von Permafrost und Blockgletschern

Blockgletscher spielen in der Hochgebirgsstufe besonders der Zentralalpen nicht nur im Landschaftsbild eine große Rolle, sondern auch als Glieder des Schutttransportsystems, wobei Oberflächen-Geschwindigkeiten in der Größenordnung von Dezimetern pro Jahr auftreten und das Alter der Blockgletscher vielfach auf mehrere Jahrtausende (Holozän) geschätzt werden kann. Gleichzeitig fungieren sie als Wasserspeicher, was weniger in den Alpen, sehr wohl aber in Gebirgen semiarider/arider Räume auch für Fragen der Wasserversorgung eine zunehmende Rolle spielen könnte. Die Reaktion des Kriechverhaltens auf den aktuellen Klimawandel ist noch nicht ausreichend erforscht, in Bohrlöchern etwa der Schweizer Alpen ist aber eine signifikante Erhöhung der Permafrosttemperaturen mit noch nicht absehbaren Folgen auf die Morphodynamik dokumentiert (z.B. HAEBERLI et al., 1998). Hinweise auf die erwähnte potenzielle Erhöhung von Naturgefahren durch gravitative Prozesse in Zusammenhang mit dem Abbau (Degradation) von Permafrost diskutiert HIRSCHMUGL (2003).

Fossile Blockgletscher sind in ihrer Interaktion mit alten Gletscherständen als Hilfsmittel zur Rekonstruktion der Klimageschichte sicherlich noch nicht ausreichend genutzt worden, obwohl entsprechende Ansätze schon lange vorliegen (z.B. KERSCHNER, 1985). Fossile Blockgletscher haben sich bei jüngeren Untersuchungen aber auch als bedeutende Lockersediment-Aquifere erwiesen (UNTERSWEIG & SCHWENDT, 1996), die an einigen Stellen der österreichischen Alpen bereits wasserwirtschaftlich genutzt werden. Blockgletscher sind damit bedeutende Phänomene der hochalpinen Umwelt, deren Dokumentation in der amtlichen geologischen Karte – zumindest in Auswahl – sehr begrüßenswert erscheint.

## Literatur

- AVIAN, M. (2002): Modellierung der Permafrostverbreitung an der Hochalm Spitze mittels digitalem Höhenmodell und Orthophotos. – Unpubl. Diplomarb., Univ. Graz, 112 S.
- BARSCHE, D. (1996): Rock-glaciers. Indicators for the present and former geocology in high mountain environments. – Springer Series in Physical Environment, Berlin, 335 S.
- HAEBERLI, W. (2000): Modern research perspectives relating to permafrost creep and rock glaciers: a discussion. – *Permafrost and Periglacial Processes* 11/4, 290–293.
- HAEBERLI, W., HOELZLE, M., KÄÄB, A., KELLER, F., VONDER MÜHLL, D. & WAGNER, S. (1998): Ten years after drilling through the permafrost of the active rock glacier Murtèl, Eastern Swiss Alps: answered questions and new perspectives. – 7th International Permafrost Conference, Proceedings, Yellowknife, Canada, 403–409.
- HIRSCHMUGL, M. (2003): Debris flows in the mountain permafrost zone: Hohe Tauern national park (Austria). – 8th International Permafrost Conference, Proceedings, Zürich, 413–418.
- KÄÄB, A., KAUFMANN, V., LADSTÄDTER, R. & EIKEN, T. (2003): Rock glacier dynamics: implications from high-resolution measurements of surface velocity fields. – 8th International Permafrost Conference, Proceedings, Zürich, 501–506.
- KAUFMANN, V. & LADSTÄDTER, R. (2003): Quantitative analysis of rock glacier creep by means of digital photogrammetry using multi-temporal aerial photographs: two case studies in the Austrian Alps. – 8th International Permafrost Conference, Proceedings, Zürich, 525–530.
- KAUFMANN, V. (1998): Deformation analysis of the Doesen rock glacier (Austrian Alps, Europe). – *Permafrost*, 7th International Conference on Permafrost, Yellowknife (Canada), Proceedings, 551–556.
- KERSCHNER, H. (1985): Quantitative paleoclimatic inferences from lateglacial snowline, timberline and rock glacier data, Tyrolean Alps, Austria. – *Z. f. Gletscherkunde u. Glazialgeol.*, 21, 363–369.
- KING, L., GORBUNOV, A.P. & EVIN, M. (1992): Prospecting and mapping of mountain permafrost and associated phenomena. – *Permafrost and Periglacial Processes*, 3/2, 73–81.
- LIEB, G.K. (1996): Permafrost und Blockgletscher in den östlichen österreichischen Alpen. – In: Beiträge zur Permafrostforschung in Österreich, Arb. Inst. f. Geographie Univ. Graz, 33, 9–123 (inkl. Blockgletscherinventar).
- LIEB, G.K. (1998): High-mountain permafrost in the Austrian Alps. – *Permafrost*, 7th International Conference on Permafrost, Yellowknife (Canada), Proceedings, 663–668.
- LIEB, G.K. (2000): Hochgebirgspermafrost in den österreichischen Alpen. – *Österreich in Geschichte und Literatur mit Geographie* (Wien) 44/1, 49–59.
- LIEB, G.K. & KROBATH, M. (2002): Der Permafrost in der Reißbeckgruppe (Hohe Tauern, Kärnten). – In: Kontinuität und Wandel in der Natur- und Kulturlandschaft (Festschrift für H. Wakonigg), *Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung*, 38, 159–172.
- UNTERSWEIG, T. & SCHWENDT, A. (1996): Blockgletscher und Quellen in den Niederen Tauern. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, 87, 47–55.