

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

Karl Krainer, Markus Ribis, Veronika Schmidt

Zusammenfassung

Das Innere Hochebenkar (Öztaler Alpen, Tirol) wird, im Gegensatz zum benachbarten Äußeren Hochebenkar, nur im unteren Teil von einem leicht aktiven Blockgletscher eingenommen. Ein beträchtlicher Teil des Kares wird von einer gestreiften Grundmoräne bedeckt. Während der Kleinen Eiszeit (mit ihrem letzten Höhepunkt um 1850) hat ein Kargletscher den älteren Blockgletscher offensichtlich überfahren und die Grundmoräne abgelagert. Der Blockgletscher besitzt zwei Zungen und eine typische grobblockige Oberflächenmorphologie mit transversalen Rücken und Vertiefungen. Am Fuße der steilen Stirn entspringen zahlreiche Quellen. Temperaturdaten der Permafrostkartierung, Bewegungsraten und Quelltemperaturen zeigen, dass der Blockgletscher noch Eis enthält und leicht aktiv ist. Durch den Rückgang des Gletschers hat sich im hinteren Teil des Kares nach der Kleinen Eiszeit ein weiterer kleiner aktiver Blockgletscher gebildet. Am Fuße des schuttbedeckten Teiles des Hochebenferners entspringt eine Quelle, die zeitweise eine hohe elektrische Leitfähigkeit und sehr hohe Nickelkonzentrationen aufweist. Auch einige Blockgletscherquellen, auch solche die nicht vom Gletscherbach gespeist werden, zeigen

erhöhte Nickelkonzentrationen. Das Nickel wird offensichtlich nicht nur aus dem Eis des Kargletschers (Hochebenferner), sondern auch aus dem Permafrosteis des Blockgletschers freigesetzt.

Abstract

The cirque of Inneres Hochebenkar (Ötztal Alps, Tyrol) is, in contrast to the adjacent Äußeres Hochebenkar, only in its lower part covered by a slightly active rock glacier. A considerable part of the cirque is covered by striped ground moraine. During the Little Ice Age (with the last maximum around 1850), a cirque glacier has apparently overrun the older rock glacier and deposited the ground moraine. The rock glacier has two tongues and a typical coarse-grained surface morphology with transverse ridges and furrows. At the foot of the steep front numerous springs are developed. Temperature data of the permafrost mapping, flow velocities and spring temperatures indicate that the rock glacier still contains ice and is slightly active. Due to the retreat of the glacier in the upper part of the cirque after the Little Ice Age a small active rock glacier has been formed. At the foot of

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt

the debris-covered part of the steep glacier a spring is developed in summer, which at times is characterised by high electrical conductivity and high nickel concentrations. Also some rock glacier springs, including those which are not fed by the glacial stream, show increased nickel concentrations. The nickel is obviously released from the ice of the cirque glacier (Hochebenferner) and also from the permafrost ice of the rock glacier.

1. Einleitung

Im Gegensatz zum Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar, der zu den am besten untersuchten Blockgletschern in Österreich zählt, liegen über den im benachbarten Inneren Hochebenkar gelegenen Blockgletscher nur wenige Daten vor. Pillewizer (1957), Vietoris (1972) und Kaufmann & Ladstädter (2002) haben photogrammetrische Untersuchungen zur Fließbewegung des Blockgletschers veröffentlicht. Haerberli & Patzelt (1982) haben auf den Blockgletschern im Äußeren und Inneren Hochebenkar Quelltemperaturmessungen, Messungen der Temperatur an der Basis der winterlichen Schneedecke (BTS) und refraktionsseismische Messungen durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit werden einige Daten zur Morphologie, Korngröße und vor allem zur Hydrologie des Blockgletschers vorgestellt und dessen Entstehung diskutiert.

2. Untersuchungsgebiet

Der Blockgletscher liegt im Inneren Hochebenkar, ca. 5 km Luftlinie SSW von Obergurgl, knapp 1 km OSO der Langtalereck Hütte (2.430 m). Die Koordinaten lauten: 46°49'33" N und 11°00'33" O (WGS 84). Der Blockgletscher ist zungenförmig, besitzt zwei Zungen und erstreckt sich von 2.660 m Seehöhe bis auf ca. 2.770 m Seehöhe, ist bis zu 570 m lang, bis zu 600 m breit und bedeckt eine Fläche von ca. 0,25 km². Ein großer Teil des Kares, von ca. 2.770 m bis 2.850 m, wird von einer Grundmoräne bedeckt. Das Innere Hochebenkar wird von N bis NNO vom Hochebenkamm begrenzt und im S vom Kamm, der vom Eiskögele (3.228 m) nach W zieht. Die Situation im Inneren Hochebenkar ist wesentlich komplexer als im Äußeren Hochebenkar. Im hinteren Teil des Kares befindet sich ein weiterer kleiner Blockgletscher, dessen Stirn sich auf ca. 2.950 m befindet und der sich bis auf eine Seehöhe von ca. 3.070 m erstreckt. Dieser kleine Blockgletscher ist ca. 370 m lang, bis zu 140 m breit und bedeckt eine Fläche von ca. 0,04 km². Er wird vom südöstlichsten Teil des Hochebenkammes und vom Gipfelmassiv des Eiskögele mit Verwitterungsschutt versorgt. Südlich dieses kleinen Blockgletschers, im südöstlichen Teil des Kares, liegen die Reste des Hochebenfernners (Abb. 1).

Die Festgesteine im Einzugsgebiet des Inneren Hochebenkares sind ganz ähnlich wie jene im Äußeren Hochebenkar (siehe Kapitel 3 in diesem Buch; Hoinkes & Thöni 1993). Es handelt sich im Wesentlichen um Glimmer-

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

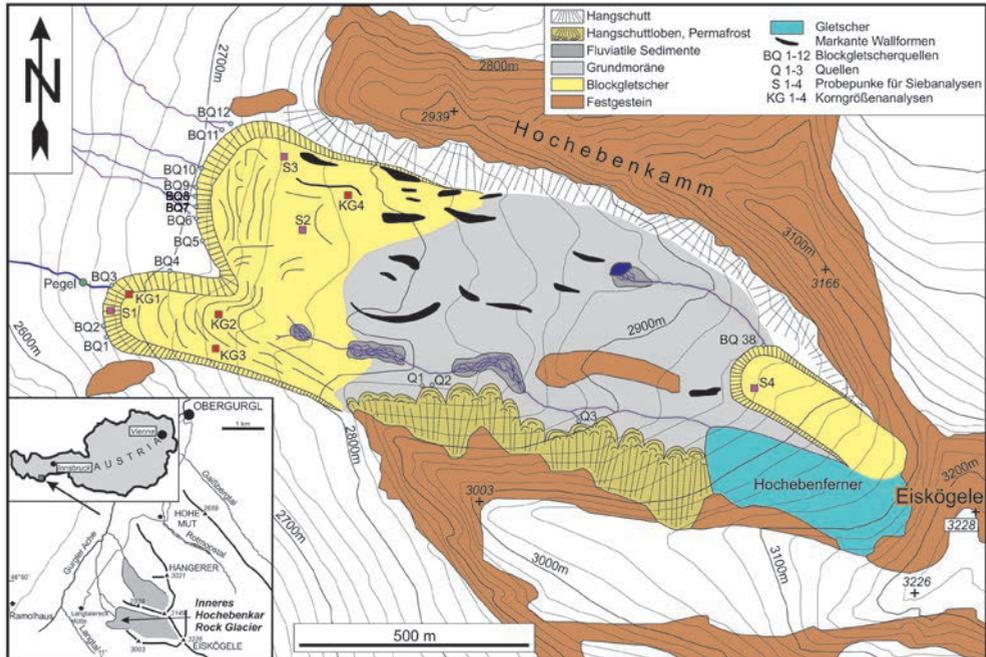


Abb. 1: Geologisch – geomorphologische Karte des Inneren Hochebenkars, mit Informationen zur Lage des Kares (unten links) und einer Legende zur Zeichen- und Farberklärung (oben rechts)

schiefer und Paragneise des Ötztal-Stubai-Komplexes in meist enger Wechsellagerung, vereinzelt sind geringmächtige Amphibolite eingeschaltet. Hauptminerale in den Glimmerschiefern sind Biotit und Muskovit mit geringen Anteilen an Quarz, Chlorit, Granat und Feldspat. Paragneise enthalten meist einen höheren Anteil an Quarz und Feldspat, entsprechend ist die Schieferung nicht so deutlich ausgeprägt. Die Schieferung fällt mit $40\text{--}50^\circ$ nach NW ($300\text{--}310^\circ$) ein, stellenweise sind die Gesteine verfaltet. Im Bereich der Kämme ist deutlich zu erkennen, dass die Gesteine von zahlreichen Störungen durchzogen werden. Entlang der Störungen sind die Gesteine stark zerlegt.

3. Methodik

Wie im Äußeren Hochebenkar wurde auch im Inneren Hochebenkar zunächst eine Detailkartierung des Blockgletschers und dessen Einzugsgebietes durchgeführt. Des Weiteren wurden Korngrößenanalysen durchgeführt. Dazu wurden an der Oberfläche des Blockgletschers an vier Stellen jeweils ca. 200 Gerölle auf einer Fläche von 5×5 m gemessen. Im Stirnbereich des Blockgletschers wurden insgesamt 3 feinkörnige Proben sowie am Blockgletscher eine feinkörnige Probe entnommen, an denen Siebanalysen durchgeführt wurden. Hydrologische Untersuchungen umfassten

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt

Messungen der Quelltemperaturen, wobei an einer Quelle eine Temperatursonde die Quelltemperatur mit einem Messintervall von zwei Stunden vom 28.07.2010 bis 27.08.2010 aufzeichnete.

Erste Vorortmessungen der Temperatur und der elektrischen Leitfähigkeit erfolgten am 16.07.2010 und 26.08.2010 an den 12 Quellaustritten im Stirnbereich des Blockgletschers (Abb. 1) sowie an drei Messstellen im Bereich des Gletscherbaches. Weitere Vorortmessungen der Temperatur und elektrischen Leitfähigkeit wurden am 26.07.2013 und 07.08.2013 im Zuge einer umfassenden Schwermetallbeprobung durchgeführt.

Auch eine Pegelmessstelle wurde am Bach der Quelle BQ 3 für den Zeitraum von 16.07.

bis 26.08.2010 installiert. An der Pegelmessstelle wurden die Wasserhöhe und die Wassertemperatur in einem Messintervall von einer Stunde aufgezeichnet. Am 26.08. wurde nach der Salzverdünnungsmethode die Durchflussmenge an der Pegelmessstelle gemessen. Von einigen Quellen wurden im Jahr 2010 und 2013 Wasserproben entnommen und auf Schwermetalle analysiert. Sämtliche Beprobungen 2010 erfolgten unfiltriert (Gesamtgehalt; ungelöst) und wurden nur an vier (16.07.2010) bzw. fünf (27.08.2010) ausgewählten Messstellen (Quellen im Stirnbereich, Gletscherbach, Quelle beim Blockgletscher im inneren Hochebenkar) durchgeführt. Die Beprobungen 2013 erfolgten sowohl unfiltriert (Gesamtgehalt; ungelöst)



Abb. 2: Blockgletscherquelle (BQ 3, siehe Abb. 1) am Fuße der steilen Stirn der südlichen Blockgletscherzunge

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

als auch filtriert (gelöst) und wurden an 15 ausgewählten Messstellen durchgeführt.

Haerberli & Patzelt (1982) haben bereits eine Permafrost-Kartierung durchgeführt, photogrammetrische Bewegungsmessungen stammen von Pillewizer (1957) und Kaufmann & Ladstädter (2002).

4. Ergebnisse

4.1. Morphologie

Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar zeigt eine komplexe Morphologie (Abb. 1). Im Stirnbereich sind zwei Zungen ausgebildet, eine markante, mächtigere Zunge am SW-Ende des Blockgletschers und eine weniger markante Zunge am NW-Ende. Der Blockgletscher ist im Stirnbereich scharf begrenzt und überragt den Almboden um 20–25 m. Die Neigung der Stirn beträgt meist 35–40°, im Stirnbereich besteht der Blockgletscher aus Blockwerk mit viel feinkörnigem Material. Stellenweise ist die Stirn schon leicht bewachsen, vor allem im Bereich zwischen den beiden Zungen. Am Fuße der Stirn entspringen bis zu 12 Quellen (Abb. 1, BQ 1–12 und Abb. 2). Nahe der Stirn sind an der Oberfläche deutliche transversale Rücken und Vertiefungen (Loben) ausgebildet, und zwar auf der nordwestlichen Zunge auf den untersten 150 m und auf der südwestlichen Zunge bis zu 350 m von der Stirn. Im Bereich der Loben ist die Schuttlage grobblockig und zeigt kaum Bewuchs. Auf der

südwestlichen Stirn zeigen abgeplattete Gerölle eine deutliche Einregelung (Abb. 3).

Oberhalb dieser Zone mit den deutlichen Loben ändert sich die Morphologie. Die Schuttlage weist einen höheren Anteil an feinkörnigem Material auf. Die Morphologie ist geprägt durch einzelne Senken, die vermutlich Toteislöcher darstellen, sowie markante Wälle, vermutlich Moränenwälle (Abb. 4). Auf ca. 2.800 m Seehöhe ist nahe des Nordrandes in einer Senke ein kleiner See ausgebildet. Dieser gesamte Bereich ist auch deutlich stärker bewachsen und stellt offensichtlich eine Moränenlandschaft dar.



Abb. 3: Grobblockige Schuttlage an der Oberfläche der südlichen Zunge. Plattige Gerölle sind deutlich eingeregelt (die Gerölle sind steil bis vertikal zueinander mehr oder weniger parallel angeordnet, was vor allem in der Bildmitte gut zu erkennen ist).

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt



Abb. 4: Rest eines markanten Walles auf der Grundmoräne im zentralen Bereich des Inneren Hochebenkares



Abb. 5: Senke im südlichen Bereich des Inneren Hochebenkares mit fluviatilen Kies- und Sanden aufgefüllt und vom Gletscherbach in Form eines verzweigten Rinnensystems durchflossen

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

Am südlichen Rand ist auf ca. 2.800 m Seehöhe eine größere Senke ausgebildet, die vom Gletscherbach in Form eines verzweigten Rinnensystems durchflossen wird. In dieser Senke wurden vom Gletscherbach fluviatile Kiese und Sande abgelagert (Abb. 1, dunkelgraue Markierung „fluviatile Sedimente“ nahe Q 2 und Abb. 5). Der Gletscherbach entspringt dem Hochebenferner, der im südöstlichen Bereich des Kares noch in Resten vorhanden, aber meist von Schutt bedeckt ist (Abb. 6). Der Gletscherbach versiegt im groben Schutt des Blockgletschers ungefähr 150 m von der Stirn entfernt. Die Quellen, die am Fuße der südwestlichen Zunge entspringen, werden vom Gletscherbach gespeist.

Auch der kleine aktive Blockgletscher im Karschluss endet mit einer steilen, ca. 20 m

mächtigen Stirn auf einer Seehöhe von ca. 2.950 m. Am Fuße der steilen Stirn entspringt in den Sommermonaten eine Quelle bzw. ein kleiner Bach (Abb.1, BQ 38), der bei stärkerer Wasserführung in einen kleinen See auf ca. 2.880 m Seehöhe mündet.

Am Fuße der steilen Felswände, die das Kar im Süden begrenzen, sind steile Hangschuttflächen ausgebildet mit deutlich ausgeprägten Loben im unteren Bereich. Diese Hangschuttflächen gehen nach Osten, Richtung Karschluss, in den schuttbedeckten Teil des Hochebenfernens über.

Auch am Fuße des Hochebenkammes sind kleine Hangschuttflächen ausgebildet, die in die Moränenlandschaft bzw. in den Blockgletscher übergehen.



Abb. 6: Schuttbedeckter Teil des Hochebenfernens. Der grobblockige Schutt gleitet am steilen Gletscher hangabwärts.

4.2. Korngrößenanalysen

Die Korngrößenanalysen auf den Flächen KG 1, 2, 3 (auf der südlichen Zunge) und 4 (nördliche Zunge, Abb. 1) zeigen eine ähnliche Korngrößenverteilung (Abb. 7). Häufigste Kornklassen sind 11–20 cm (25,1–28 %) und 21–30 cm (20,1–23,2 %), gefolgt von 1–10 cm (10,5–18,5 %) und 31–40 cm (8,1–13,8 %). Alle anderen Kornklassen liegen unter 10 %, wobei Blöcke mit Korngrößen > 101 cm teilweise sehr selten sind. Im Äußeren Hochebenkar ist die Verteilung sehr ähnlich.

Die Sieblinien der vier analysierten Proben S 1–S 4 (Lage der Probenpunkte siehe Abb. 1) zeigen alle einen typischen flachen Verlauf, was auf eine schlechte bis sehr schlechte Sortierung hinweist (Abb. 8). Die Proben S 1 und S 3 enthalten einen etwas höheren Gehalt an kiesigem Material, während die Proben S 2 und S 4 einen hohen Anteil an feinkörnigem Sediment aufweisen.

4.3. Permafrost-Kartierung

Haeberli & Patzelt (1982) haben auch im Inneren Hochebenkar eine Permafrost-Kartierung durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass Permafrost nur im unteren Teil des Blockgletschers, unterhalb von ca. 2.770–2.780 m Seehöhe wahrscheinlich ist, also auf jenem Teil des Blockgletschers, der auch eine typische Blockgletschermorphologie mit Rücken und Vertiefungen aufweist. Im zentralen Bereich, der aus gestreifter Grund-

moräne besteht, ist Permafrost möglich bis unwahrscheinlich. Erst im hinteren Teil des Kares, ab ca. 2.840 m Seehöhe ist Permafrost wieder wahrscheinlich. Demnach besteht laut Haeberli & Patzelt (1982) keine Verbindung zwischen dem Eis des Blockgletschers und dem Hochebenferner im hinteren Teil des Kares. Eine Verbindung besteht jedoch zwischen dem Blockgletscher und dem Permafrost der Schutthalden am Fuße der steilen Felswände, die das Kar im Norden (Hochebenkamm) und Süden begrenzen.

4.4. Bewegungsmessungen

Pillewizer hat 5 Punkte am nördlichen Rand der südlichen Zunge photogrammetrisch vermessen und für den Zeitraum 1953–1955 eine jährliche Bewegungsrate von 1,1 m ermittelt (Pillewizer 1957). Laut Viotoris (1972) hat sich der rechte Lappen auf ca. 2.800 m Seehöhe gemäß photogrammetrischer Messungen von 1959/1960 nicht mehr bewegt. Rott & Siegel (1999) haben aufgrund einer interferometrischen Auswertung von Satellitenbildern des Sommers 1995 für einen Zeitraum von 35 Tagen festgestellt, dass sich beide Zungen um mehrere cm in diesem Zeitraum bewegt haben.

Kaufmann & Ladstädter (2002) haben Luftbilder der Jahre 1953, 1969, 1971, 1977, 1979, 1981, 1990 und 1997 photogrammetrisch ausgewertet und zwei aktive Bereiche festgestellt, die durch eine breite, inaktive Zone getrennt werden. Aktiv sind die südliche Zunge und der nördliche Teil der nördlichen

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

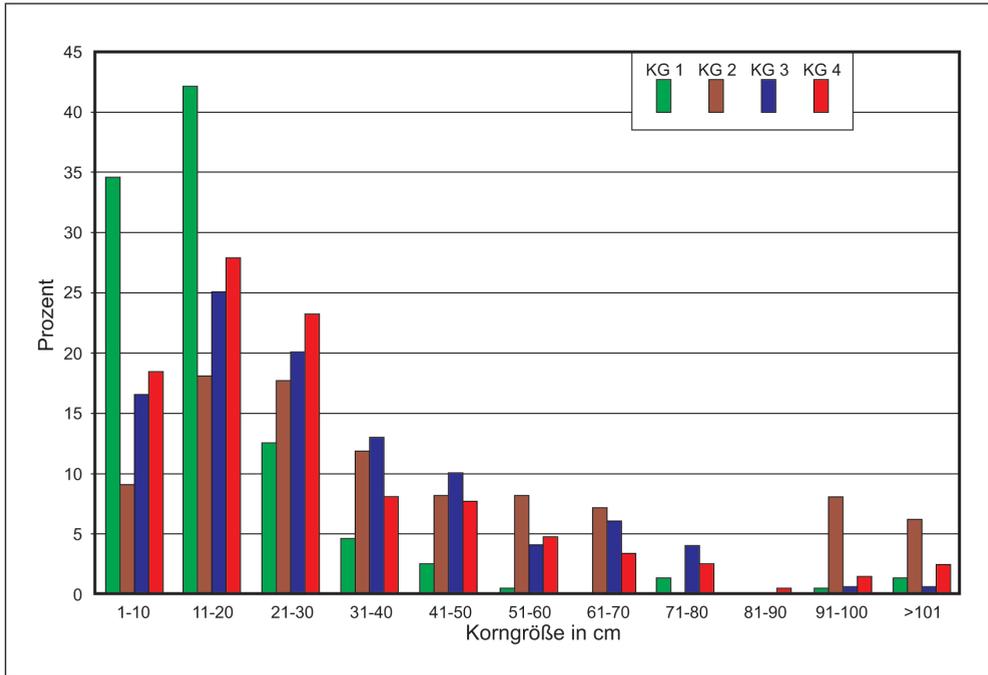


Abb. 7: Prozentuelle Korngrößenverteilung auf der grobblockigen Oberfläche des Blockgletschers im Inneren Hochebenkar. Die Lage der einzelnen Messpunkte (KG 1–KG 4) ist in Abb. 1 markiert.

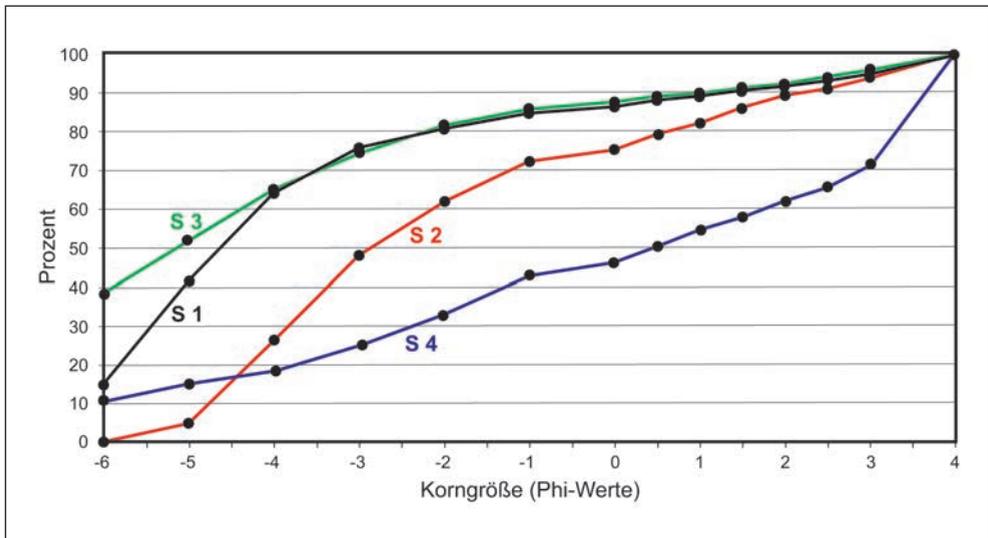


Abb. 8: Siebkurven (Summenkurven) von feinkörnigeren Proben entnommen am Blockgletscher. Die Lage der einzelnen Proben (S 1–S 4) ist in Abb. 1 markiert.

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt

Zunge mit maximalen jährlichen Bewegungen von 35 cm für den Zeitraum 1953 bis 1997. Für den Zeitraum 1953 bis 1969 wurden noch jährliche Fließbewegungen von bis zu 55 cm festgestellt, für den Zeitraum 1969 bis 1979 nur mehr maximal 30 cm pro Jahr.

Die aktiven Bereiche des Blockgletschers stimmen sehr gut mit den Daten der Permafrostkartierung von Haerberli & Patzelt (1982) überein. Auf jenen Bereichen des Kares, die von Grundmoräne bedeckt sind, wurden von Kaufmann und Ladstädter auch keine horizontalen Bewegungen festgestellt.

4.5. Hydrologie

Die Hydrologie des Inneren Hochebenkares zeigt deutliche Unterschiede zum Äußeren Hochebenkar. So fließen die Schmelzwässer des Hochebenferners als oberflächlicher Gletscherbach auf der orographisch linken Seite des Kares am Rande der Moränenlandschaft entlang, um im grobblockigen Schutt der orographisch linken Blockgletscherzunge ca. 150 m vor der Stirn des Blockgletschers völlig im Schutt zu verschwinden. Die Schmelzwässer des Gletscherbaches treten schließlich wieder an den Blockgletscherquellen am Fuße der Stirn der linken Blockgletscherzunge zu Tage. Der Gletscherbach entspringt an der Stirn des mittlerweile stark zurückgeschmolzenen Hochebenferners und wird auch aus mehreren Quellen gespeist, die am Fuße des steilen und schuttbedeckten Teils des Hochebenferners entspringen.

Insgesamt wurden am Fuße der südlichen Blockgletscherzunge vier Blockgletscherquellen (Abb. 1, BQ 1–BQ 4) beobachtet, die alle vom Gletscherbach gespeist werden und in den Sommermonaten entsprechend getrübt sind. Der Großteil des Gletscherbaches tritt an der Messstelle BQ 3 aus. Am Fuße der nördlichen Blockgletscherstirn wurden insgesamt acht Blockgletscherquellen festgestellt (BQ 5–BQ 12), die im Gegensatz zu den Quellen BQ 1–BQ 4 alle klares Wasser schütten.

Auch am Fuße der Stirn des kleinen aktiven Blockgletschers im hinteren Teil des Inneren Hochebenkares ist im Sommer eine Quelle zu beobachten (Abb. 1, BQ 38). Dieses Wasser fließt anschließend in Form eines kleinen Gerinnes in einen kleinen See auf ca. 2.880 m Seehöhe.

Haerberli & Patzelt (1982) präsentieren bereits einige Quelltemperaturmessungen, die an 4 Quellen (BQ 9–12) durchgeführt wurden. Die Temperaturen der Blockgletscherquellen lagen meist über 1 °C, betrug maximal 1,8 °C bei Quelle 11 (= BQ 3 in dieser Arbeit).

4.6. Vorortmessungen: Temperatur und elektrische Leitfähigkeit

a. Messungen im Stirnbereich 2010/2013

Die Wassertemperatur der Blockgletscherquellen bewegte sich zwischen 0,9 °C und 3,3 °C am 16.07.2010 und zwischen 1,2 °C und 2,7 °C am 26.08.2010. Die weiteren Messungen im Jahr 2013 zeigen Minima mit 1,1 °C und Maxima mit 6,3 °C am 26.07.2013 bzw. Minima mit 1,6 °C und Maxima mit

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

3,3 °C am 07.08.2013, wobei anzumerken ist, dass am 07.08.2013 nur mehr jene Quellen gemessen wurden, welche auch auf Schwermetalle analysiert wurden. Die Ergebnisse zeigen somit einen Mittelwert der Wassertemperatur von 2,55 °C.

Die elektrische Leitfähigkeit der Blockgletscherquellen variierte zwischen 51 $\mu\text{S/cm}$ und 206 $\mu\text{S/cm}$ am 16.07.2010 und zwischen 121 $\mu\text{S/cm}$ und 205 $\mu\text{S/cm}$ am 26.08.2010. Weitere Messungen im Jahr 2013 zeigten Minima mit 99 $\mu\text{S/cm}$ und Maxima mit 210 $\mu\text{S/cm}$ am 26.07.2013 bzw. 127 $\mu\text{S/cm}$ und 210 $\mu\text{S/cm}$ am 07.08.2013, wobei am 07.08.2013 nur mehr jene Quellen gemessen wurden, welche auch auf Schwermetalle untersucht wurden. Die Ergebnisse zeigen in allen vier Messserien einen deutlichen Leitfähigkeitspeak im Zentralbereich des Block-

gletschers an der Quelle BQ 5 mit über 200 $\mu\text{S/cm}$. Von dieser Messstelle ausgehend, ist eine teils deutliche Abnahme der elektrischen Leitfähigkeiten Richtung Süden und Norden erkennbar. Die Werte der Wassertemperatur und elektrischen Leitfähigkeit einiger Quellen sind in Tab. 1 zusammengefasst.

An der Quelle BQ 5 zeigt die Quelltemperatur für den Zeitraum 27.07. bis 26.08.2010 deutliche Tageszyklen, ausgenommen während der Schlechtwetterperiode vom 05. bis 09.08. Das Temperaturminimum wurde jeweils in den frühen Morgenstunden (um 6 Uhr) aufgezeichnet, das Temperaturmaximum zwischen 14 und 18 Uhr. Die täglichen Schwankungen betragen bis zu 0,4 °C. Die Temperaturminima lagen zwischen 0,7 und 1,1 °C, die Temperaturmaxima zwischen 0,8 und 1,4 °C (Abb. 9).

Tab. 1: Wassertemperatur und elektrische Leitfähigkeit von Quellen (2010/2013), an denen Schwermetallanalysen durchgeführt wurden

Messstelle	16.07.2010		27.08.2010		26.07.2013		07.08.2013	
	T [in °C]	LF [in $\mu\text{S/cm}$]						
Hocheb_02	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	2,3	162	2,8	156
Hocheb_04	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	2,0	160	2,7	148
BQ 3	2,2	124	2,7	165	2,0	154	3,3	151
BQ 5	0,9	206	1,2	205	1,1	210	2,4	210
Hocheb_11	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1,3	196	1,6	186
BQ 10	1,3	149	1,3	155	1,6	144	1,9	149
Hocheb_15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1,8	123	2,6	127
BQ 38	k.A.	k.A.	1,9	40	5,6	41	7,0	39
Hocheb_23	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	10,3	117	9,8	140

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt

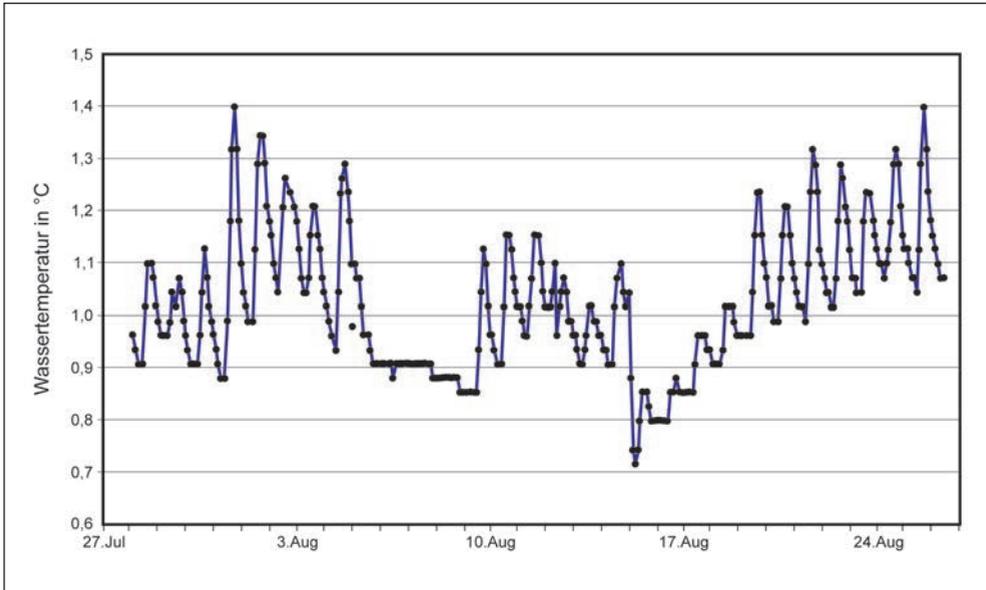


Abb. 9: Quelltemperatur gemessen an der Quelle BQ 5 in der Periode von 27. Juli bis 26. August 2010. Die Lage der Quelle BQ 5 ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die Messungen wurden im 2-Stunden-Intervall aufgezeichnet.

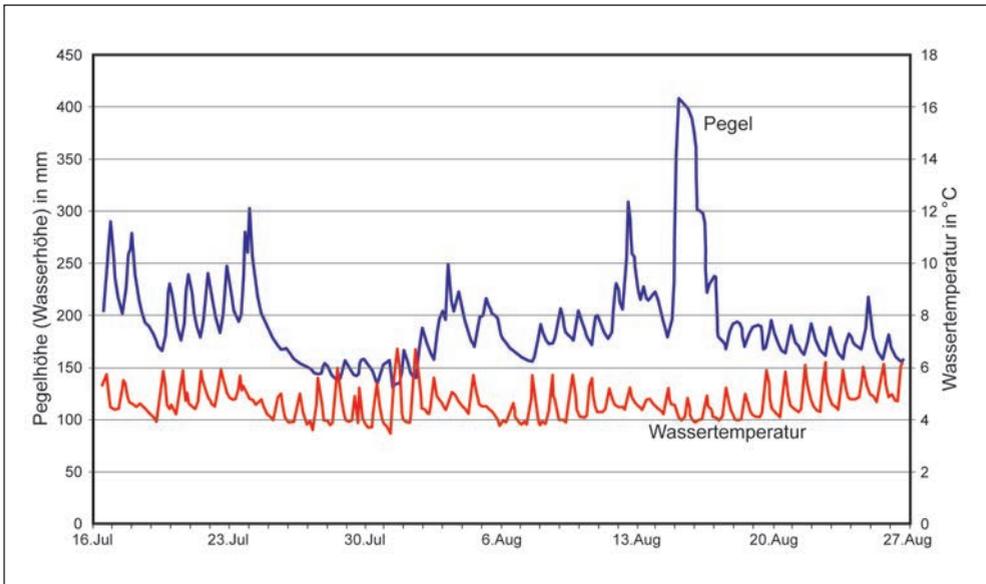


Abb. 10: Pegelhöhe (Wasserhöhe, blaue Linie) und Wassertemperatur (rote Linie) an der Pegelmesstelle vor der Stirn der südlichen Zunge des Blockgletschers im Inneren Hochebenkar während der Periode von 16. Juli bis 27. August 2010. Die Lage des Pegels ist in Abb. 1 markiert.

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

An der Pegelmessstelle wurde der Abfluss der Quelle BQ 3 aufgezeichnet. Die Quelle BQ 3 ist zwar die größte Quelle, schüttet aber nur einen Teil des Gesamtabflusses des Inneren Hochebenkars.

Im Messzeitraum von 16.07. bis 27.08.2010 wurde während schöner Wetterphasen an der besagten Pegelmessstelle ein deutlicher Tageszyklus mit Abflussminima zwischen 8 und 10 Uhr und Abflussmaxima in den späten Abendstunden zwischen 20 und 23 Uhr gemessen. Die Durchflussmengen lagen meist zwischen 10 und 30 l/s. Leichte Niederschläge am 24.07. führten zu einem leichten Peak. Die Niederschläge am 06.08. fielen im Hochebenkar in Form von Schnee und hatten daher keinen Peak zur Folge. Starke Niederschläge am 16.08. (40 mm in Obergurgl) führten zu einer ausgeprägten Abflussspitze von > 50 l/s (Abb. 10). Die Wassertemperatur an der Pegelmessstelle bewegte sich im Messzeitraum meist zwischen 4 und 6 °C und wies deutliche Tageszyklen auf.

b. Messungen am Gletscherbach 2010/2013

Die Messungen 2010 am Abfluss des schuttbedeckten Teiles des Hochebenferners (Messstelle Q 3) zeigen eine Temperatur von 0,3 °C und eine elektrische Leitfähigkeit von 432 µS/cm am 16.07.2010 bzw. eine Temperatur von 0 °C und eine elektrische Leitfähigkeit von 590 µS/cm am 26.08.2010.

Die Messungen 2013 an der Messstelle Q 3 unterscheiden sich hinsichtlich Temperatur und elektrischer Leitfähigkeit deutlich von den Messungen 2010 (Temperatur 2,3 °C und elektrische Leitfähigkeit 123 µS/cm am

26.07.2013 und Temperatur 1,9 °C und 130 µS/cm am 07.08.2013). Aufgrund der Tiefdruckwetterlage im Juni 2013 und damit einhergehenden Extremniederschlägen im Tiroler Raum – mit großräumigen Überflutungen im Osten Tirols im Bereich der Großache – waren im Sommer immer noch beachtliche Schneemengen im Bereich des nordexponierten Teils des Inneren Hochebenkars vorhanden, welche diese Messergebnisse beeinflussen.

Der Abfluss des Hochebenferners wurde 2013 zudem an drei weiteren Messorten gemessen, um lokale laterale Einflüsse vom Südkamm des Inneren Hochebenkars zu erfassen. Einer dieser Messorte war im Bereich, in dem der Gletscherbach im grobblockigen Schutt der orographisch linken Blockgletscherzunge verschwindet. Ein Vergleich der Ergebnisse zeigt folgende Veränderungen jeweils von Messstelle Q 3 hin zu dem oben beschriebenen Messort: Am 26.07.2013 wurde eine Zunahme der Temperatur von 2,3 °C auf 10,3 °C bzw. am 07.08.2013 eine Zunahme der Temperatur von 1,9 °C auf 9,8 °C beobachtet. Des Weiteren ist eine Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit am 26.07.2013 von 123 µS/cm auf 117 µS/cm bzw. eine Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit von 130 µS/cm auf 140 µS/cm am 07.08.2013 erkennbar. Die Messwerte sind in Tab. 2 zusammengefasst. Der Oberflächenabfluss des Hochebenferners speist wie erwähnt die orografisch linke Blockgletscherzunge und tritt mit deutlich geringeren Temperaturen wieder an den niedertemperierten Quellen im Stirnbereich des Blockgletschers aus. Dies ist ein deutlicher

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt

Tab. 2: Wassertemperatur und elektrische Leitfähigkeit von Quellen (2010/2013), an denen Schwermetallanalysen durchgeführt wurden

Messstelle	16.07.2010		27.08.2010		26.07.2013		07.08.2013	
	T [in °C]	LF [in µS/cm]						
Q3	0,3	432	0	590	2,3	123	1,9	130
Hocheb_23	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	10,3	117	9,8	140

Beleg, dass noch Eis in der orografisch linken Blockgletscherzunge vorhanden ist.

4.7. Hydrochemische Untersuchungen

Im Zuge der Schwermetallanalyse 2013 an Quellen und Gerinnen wurden zudem auch

stichprobenhaft hydrochemische Analysen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass es sich im Untersuchungsraum Inneres Hochebenkar vorwiegend um erdalkalisch-sulfatische Wässer mit vereinzelt sehr geringer Tendenz in Richtung erdalkalisch-alkalisch-sulfatische Wässer handelt (Abb. 11).

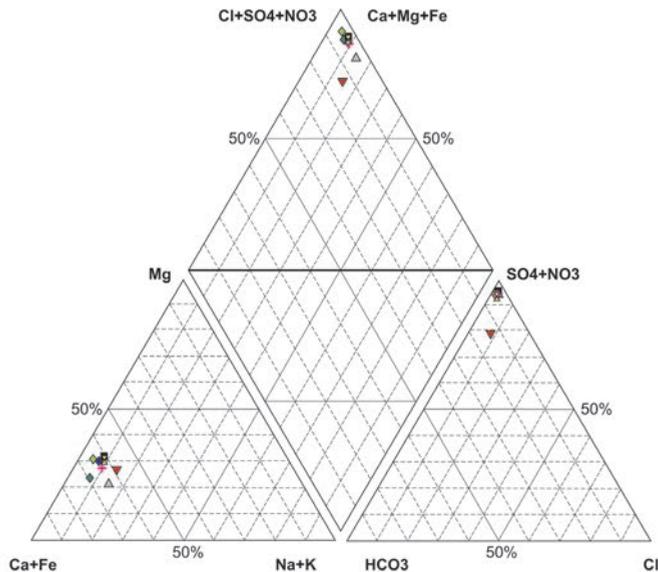


Abb. 11: Piper-Diagramm zur hydrochemischen Zusammensetzung von Wasserstichproben aus sieben Quellen des Blockgletschers und des kleinen Sees (rotes Dreieck) nahe des kleinen Blockgletschers

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

4.8. Schwermetall-Untersuchungen

a. *Beprobungen 2010*

Die Ergebnisse der Probenahme am 16.07.2010 zeigen Grenzwertüberschreitungen nach der Trinkwasserverordnung (TWVO) bei den Parametern Aluminium (Messstelle Q 3), Mangan (Messstelle Q 3) und Nickel (OG-Messstelle Q 3; Tab. 3).

Die Ergebnisse der Probenahme 27.08.2010 zeigen ebenso Grenzwertüberschreitungen nach TWVO bei den Parametern Aluminium (Messstelle Q 3), Mangan (Messstelle Q 3) und Nickel (Quelle BQ 3, Quelle BQ 5, Messstelle Q 3 und BQ 38; Tab. 3). Die Grenzwerte liegen für Aluminium und Eisen bei 0,2 mg/l, für Mangan bei 0,05 mg/l und für Nickel bei 0,02 mg/l.

Tab. 3: Schwermetallanalysen (Al, Mn, Ni) 2010 in ausgewählten Quellen mit Grenzwertüberschreitungen nach der Trinkwasserverordnung (TWVO, rot markiert)

	BQ 3	BQ 5	BQ 10	Q3	BQ 3	BQ 5	BQ 10	Q 3	BQ 38
2010	16.07.	16.07.	16.07.	16.07.	27.08.	27.08.	27.08.	27.08.	27.08.
Al	0,025	0,03	0,011	5,393	0,035	0,019	0,016	0,292	0,07
Mn	0,004	< 0,001	< 0,001	0,391	0,006	< 0,001	< 0,001	0,065	0,02
Ni	0,017	0,018	0,01	0,444	0,022	0,023	0,013	0,101	0,035

Tab. 4: Schwermetallanalysen (Al, Fe, Mn, Ni) 2013 in ausgewählten Quellen. Grenzwertüberschreitungen sind rot markiert

Messstelle	Hocheb_02	Hocheb_04	BQ 3	BQ 5	Hocheb_11	BQ 10	Hocheb_15	BQ 38
2013	07.08.							
Al [mg/l]	0,082	0,056	0,109	0,0109	0,0114	0,0116	0,132	<0,0100
Al gesamt [mg/l]	0,335	0,149	0,921	1,34	0,055	0,0391	0,427	0,104
Fe [mg/l]	<0,0100	[0,0019]	[0,0019]	[0,0019]	[0,0019]	[0,0019]	[0,0019]	<0,0100
Fe gesamt [mg/l]	0,307	0,068	1,16	1,96	0,055	0,041	0,342	0,139
Mn [mg/l]	<0,0100	0,011	0,018	[0,0019]	[0,0019]	[0,0019]	<0,0100	<0,0100
Mn gesamt [mg/l]	0,013	0,019	0,042	0,018	[0,0024]	[0,0024]	<0,0100	<0,0100
Ni [mg/l]	0,0414	0,0338	0,0422	0,0343	0,0273	0,0207	0,0351	0,0154
Ni gesamt [mg/l]	0,065	0,056	0,061	0,058	0,0408	0,0321	0,055	0,0244

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt

b. Beprobungen 2013

Die Ergebnisse der Probenahme vom 07.08.2013 an den Quellen im Stirnbereich und der Quelle BQ 38 beim Blockgletscher im hinteren Teil des Hochebenkares zeigen bei den unfiltrierten Proben (Gesamtgehalt; ungelöst) Grenzwertüberschreitungen nach TWVO bei den Parametern Aluminium, Eisen und Nickel, bei den filtrierten Proben (gelöst) noch durchwegs sehr deutliche Grenzwertüberschreitungen bei Nickel (Tab. 4).

Die Ergebnisse der Probenahme vom 07.08.2013 am Gletscherabfluss zeigen bei den unfiltrierten Proben (Gesamtgehalt; ungelöst) Grenzwertüberschreitungen nach TWVO bei den Parametern Aluminium, Eisen, Mangan und Nickel, bei den filtrierten Proben (gelöst) noch durchwegs sehr deutliche Grenzwertüberschreitungen bei Nickel und geringfügige

ge Grenzwertüberschreitungen bei Mangan (Tab. 5).

5. Diskussion

Obwohl die Blockgletscher in den beiden Hochebenkaren nur wenige 100 m voneinander getrennt sind, zeigen sie große Unterschiede, vor allem hinsichtlich ihrer Oberflächenmorphologie, Permafrostverbreitung, Fließbewegung und Hydrologie. Während das gesamte Äußere Hochebenkar von einem aktiven Blockgletscher eingenommen wird, zeigt im Inneren Hochebenkar nur der unterste Teil (bis ca. 2.770 m Seehöhe) eine für Blockgletscher typische Oberflächenmorpho-

Tab. 5: Schwermetallanalysen (Al, Fe, Mn, Ni) am Gletscherabfluss. Grenzwertüberschreitungen nach der Trinkwasserverordnung (TWVO) sind rot markiert.

Messstelle	Hocheb_19 (Q 3)	Hocheb_23 (vor Infiltration in orogr. linke Blockgletscherzunge)
Datum	07.08.2013	07.08.2013
Al [mg/l]	0,196	0,102
Al gesamt [mg/l]	1,74	2,14
Fe [mg/l]	<0,0100	[0,0019]
Fe gesamt [mg/l]	2,24	2,72
Mn [mg/l]	0,053	0,05
Mn gesamt [mg/l]	0,1	0,102
Ni [mg/l]	0,066	0,064
Ni gesamt [mg/l]	0,103	0,104

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

logie aus grobblockigem Material mit weniger Feinanteil und typischen transversalen Rücken und Vertiefungen. Die Permafrostkartierung von Haerberli & Patzelt (1982) zeigt, dass Permafrost auf diesen Bereich beschränkt ist. Der zentrale, flache Teil des Inneren Hochebenkars, ungefähr zwischen 2.770 und 2.850 m Seehöhe wird von einer gestreiften Grundmoräne bedeckt. Auf der historischen Karte (Datenstand 1870/1873, Abb. 12) ist klar zu erkennen, dass während der Kleinen Eiszeit das Innere Hochebenkar noch von einem Kargletscher ausgefüllt war, der ungefähr jene Fläche bedeckte, die heute von der gestreiften Grundmoräne eingenommen wird. Im Gegensatz dazu war das Äußere Hochebenkar während der Kleinen Eiszeit offensichtlich gletscherfrei. Nach Vietoris (1972) liegt der fast schuttfreie Hochebenferner auf

dem Blockgletscher. Vietoris (1972) schreibt: „es fällt auf, wie schonend dieser Gletscher den von ihm bedeckten Blockgletscher überfährt“. Auch laut Haerberli & Patzelt (1982) hat der Hochebenferner den Blockgletscher überfahren. Demnach muss sich der Blockgletscher bereits vor der Kleinen Eiszeit zu bilden begonnen haben. Vor der Vergletscherung während der Kleinen Eiszeit war vermutlich das gesamte Kar von einem Blockgletscher ausgefüllt, ähnlich wie im Äußeren Hochebenkar. Die Schuttzufuhr des Blockgletschers beschränkt sich heute auf kleine Bereiche am Fuße der steilen Felswände am Nordrand des Kares (Hochebenkamm) und vor allem am Südrand des Kares.

Das Vorhandensein von Permafrosteis im Blockgletscher wird einerseits durch die Permafrostkartierung von Haerberli & Patzelt

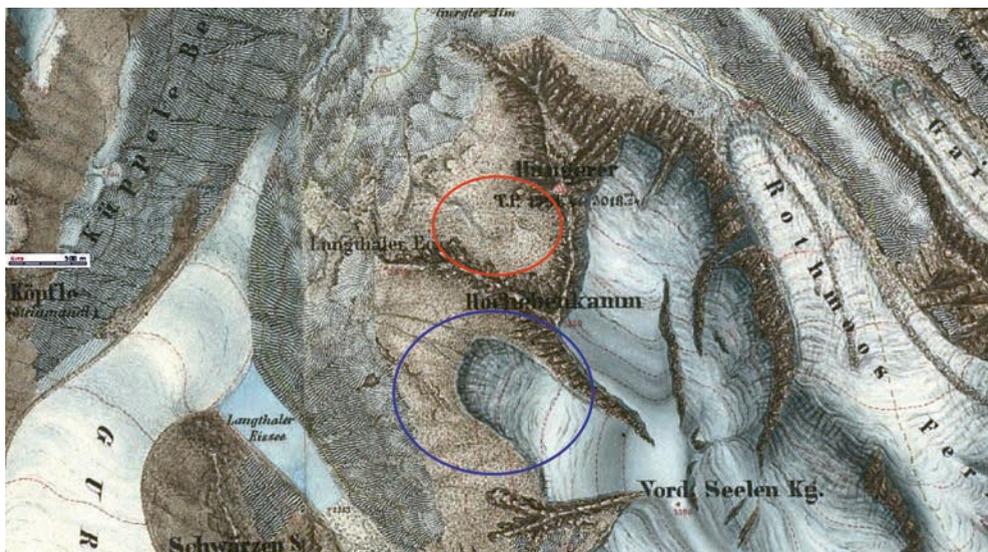


Abb. 12: Historische Karte des Inneren Hochebenkars (blaue Markierung), des Äußeren Hochebenkars (rote Markierung) und der weiteren Umgebung (dritte Landesaufnahme 1864/1887, Datenstand 1870/1873, Maßstab 1:25.000) (verändert nach Land Tirol, tiris Kartendienste: www.tirisdienste.at)

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt

(1982), andererseits auch durch die niedrigen Quelltemperaturen und die Bewegungsraten bestätigt. Die im Vergleich zum Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar deutlich geringeren jährlichen Bewegungsraten sind unter anderem auch auf die wesentlich flachere Topographie im Zungenbereich zurückzuführen. Die Abnahme in den jährlichen Bewegungsraten deutet auf ein verstärktes Abschmelzen des Permafrostes hin.

Die Hydrologie des Blockgletschers ist sehr komplex, bedingt durch die Grundmoräne und Reste des Hochebenferners. Die Quellen BQ 1–4 werden auch vom Gletscherbach gespeist, der ungefähr 350 m von der Stirn entfernt im Blockgletscher versickert. Die starke Abkühlung des Gletscherbaches vom Versickerungsort bis zum Quellaustritt weist ebenfalls auf das Vorhandensein von Eis im Blockgletscher hin.

Am Fuße der Stirn treten zahlreiche Quellen aus, die sich allerdings nicht zu einem einzigen Gerinne vereinen wie beispielsweise beim Blockgletscher im Äußeren Hochebenkar (siehe Kapitel 3 in diesem Buch) oder bei anderen Blockgletschern (z.B. Krainer & Mostler 2000, 2001, 2002; Krainer et al. 2007).

Interessant ist die hohe Nickel-Konzentration der Quelle, die am Fuße des stark schuttbedeckten Teiles des Hochebenferners austritt. Das Nickel wird vermutlich aus dem Eis freigesetzt. Hohe Ni-Konzentrationen sind auch noch an der Quelle BQ 3 nachweisbar. Am Weg von der Quelle Q 3 bis zur Blockgletscherquelle BQ 3 kommt es zwar zu einer Verdünnung, trotzdem liegt die Ni-Konzentration an der Quelle BQ 3 noch immer über

dem Grenzwert für Trinkwasser. Erhöhte Ni-Gehalte zeigen auch die Quellen BQ 5 und BQ 10, die nicht vom Gletscherbach gespeist werden. Offensichtlich wird auch aus dem Permafrostes des Blockgletschers Ni freigesetzt. Auch die Quelle an der Stirn des kleinen Blockgletschers im hinteren Teil des Kares (BQ 38) zeigt erhöhte Ni-Gehalte. Untersuchungen am Permafrostes aus der Kernbohrung des Blockgletschers auf der Lazaunalm im hinteren Schnalstal (Südtirol) haben gezeigt, dass Nickel im Eis des Blockgletschers in einzelnen Horizonten stark angereichert ist (Krainer et al. 2012). Die Herkunft des Nickels ist nicht bekannt. Gesteinsanalysen zeigen keine erhöhten Nickelgehalte, vermutlich gelangte das Nickel über atmosphärischen Eintrag in das Eis.

Die Ergebnisse der Beprobungen aus 2010 und 2013 zeigen, dass einzelne Schwermetalle auch im filtrierten Zustand deutlich über den Grenzwerten der TWVO liegen und zukünftig weiter beobachtet werden sollten.

Literatur

- Hoinkes, G. & Thöni, M. (1993) Evolution of the Ötztal-Stubai, Scarl-Campo and Ulten basement units. In: Raumer, von J.F. & Neubauer, F. (eds) *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*, Springer, Berlin, 485-494.
- Haerberli, W. & Patzelt, G. (1982) Permafrostkartierung im Gebiet der Hochebenkar-

Kapitel 4 | Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar

- Blockgletscher, Obergurgl, Öztaler Alpen. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie* 18(2): 127-150.
- Kaufmann, V. & Ladstädter, R. (2002) Spatio-temporal analysis of the dynamic behaviour of the Hochebenkar rock glaciers (Oetztal Alps, Austria) by means of digital photogrammetric methods. 6th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography 2000: 1-22.
- Krainer, K. & Mostler, W. (2000) Reichenkar Rock Glacier: a Glacier Derived Debris-Ice System in the Western Stubai Alps, Austria. *Permafrost and Periglacial Processes* 11: 267-275.
- Krainer, K. & Mostler, W. (2001) Der aktive Blockgletscher im Hinteren Langtal Kar, Gößnitztal (Schobergruppe, Nationalpark Hohe Tauern, Österreich). *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern* 6: 139-168.
- Krainer, K. & Mostler, W. (2002) Hydrology of Active Rock Glaciers: Examples from the Austrian Alps. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 34: 142-149.
- Krainer, K., Mostler, W. & Spötl, C. (2007) Discharge from active rock glaciers, Austrian Alps: a stable isotope approach. *Austrian Journal of Earth Sciences* 100: 102-112.
- Krainer, K., Lang, K., Mair, V., Nickus, U., Tessadri, R., Tonidandel, D. & Thies, H. (2012) Core drilling on active rock glacier Lazaun (southern Öztal Alps, South Tyrol). *Pangeo 2012*, Salzburg, 15.–20. September, abstract, p. 83.
- Pillewizer, W. (1957) Untersuchungen an Blockströmen der Öztaler Alpen. In: *Geomorphologische Abhandlungen. Abhandlungen des Geographischen Institutes der Freien Universität Berlin* 5: 37-50.
- Rott, H. & Siegel, A. (1999) Analysis of mass movements in alpine terrane by means of SAR interferometry. *IGARS'99*, Hamburg, Germany, Proceedings vol. 4 IEEE publications, cat. No. 99CH36293, 933-1936.
- Vietoris, L. (1972) Über den Blockgletscher des Äußeren Hochebenkars. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Bd. VIII, Heft 1-2: 169-188.

Verzeichnis der AutorInnen

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

Markus Ribis
geo.zt gmbh – poscher
beratende geologen
Saline 17, 6060 Hall in Tirol, Österreich
Markus.Ribis@geo-zt.at

K. Krainer, M. Ribis, V. Schmidt

Veronika Schmidt
Universität Innsbruck
Institut für Geologie
Innrain 52, 6020 Innsbruck, Österreich
Veronika.Schmidt@student.uibk.ac.at