

Kapitel 8 | Die Besiedelung des Blockgletschers Äußeres Hochebenkar im Vergleich zur angrenzenden Vegetation

René Graßmair, Brigitta Erschbamer

Zusammenfassung

Am Blockgletscher Äußeres Hochebenkar (Obergurgl, Tirol, Österreich) wurde die Pflanzenbesiedelung untersucht und die funktionellen Merkmale der vorkommenden Arten ergründet. Ein Vergleich mit der umliegenden Vegetation wurde angestrebt, um ihren Einfluss auf die Besiedelung des Blockgletschers aufzuzeigen. Die Aufnahmen erfolgten im Sommer 2010 in 1 m² großen Aufnahmefflächen. Außerhalb des Blockgletschers wurde zwar dieselbe Flächengröße beibehalten, aber die Aufnahmen wurden entlang von mehreren Transekten durchgeführt. Am Blockgletscher wurden drei Gemeinschaften beschrieben: die *Cerastium uniflorum* - *Poblia* - Gemeinschaft, die *Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - Gemeinschaft und die *Minuartia sedoides* - Gemeinschaft. Alle drei Gemeinschaften zeichnen sich durch geringe Deckungswerte und Artenzahlen aus und lassen sich eindeutig von den Bereichen außerhalb des Blockgletschers abgrenzen. Als Besiedler stellen sich vorwiegend alpin-nivale Schutt- und Schneebodenpflanzen ein, die als Pioniere anzusprechen sind. In den Bereichen

außerhalb des Blockgletschers konnten zwei Gesellschaften, nämlich ein *Salicetum herbaceae* und ein *Festucetum halleri* beschrieben werden. Sowohl am Blockgletscher als auch außerhalb herrschen kleine Diasporen und Windausbreitung vor.

Abstract

The consequences of glacier retreat and melting of permafrost are major research topics in the Alps today. In this context also rock glaciers are of specific interest, although the colonisation by plants on rock glaciers was poorly studied. We aimed to analyse the plant species composition on the rock glacier Äußeres Hochebenkar (Obergurgl, Tyrol, Austria), considering several functional traits of the colonising plant species in comparison to the species outside the rock glacier. The field work was carried out in summer 2010 in plots of 1 m². Relevés were performed by using the Braun-Blanquet-method. In order to evaluate the influence of the surrounding vegetation on the colonisation, two transects

were analysed outside the rock glacier. Classification- and ordination programs (TWINSPAN and CANOCO) were used to analyse the data.

At the rock glacier three communities were identified: a *Cerastium uniflorum* - *Poblia*-community, a *Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - community and a *Minuartia sedoides* - community. The *Cerastium uniflorum* - *Poblia* - community was restricted to the uppermost area of the rock glacier, exhibiting a low total cover (4.5 % per m²) and a low species number (6). Species richness was higher in the *Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - community (10 species) and total cover increased to 19 % per m². Within the *Minuartia sedoides* - community species number and cover were even higher (10.6 species and 35.4 %). In the ordination, the three communities on the rock glacier were clearly separated from the two communities outside, i.e. a snow bed community (*Salicetum herbaceae*) and an alpine grassland (*Festucetum halleri*). The snow bed community had a total cover of 82 % and the species number amounted to 17 species. The *Festucetum halleri* showed a more open structure (64 % cover) and a higher amount of species (22).

Among the species occurring in all five communities, the snow bed indicators prevailed, such as *Polytrichum* sp., *Stereocaulon alpinum*, *Poa alpina*, *Leucanthemopsis alpina*, *Salix herbacea*, *Gnaphalium supinum* and *Solorina crocea*. On the rock glacier few alpine grassland species were recorded with very low consistency, i.e., *Carex curvula*, *Nardus stricta* and *Euphrasia minima*.

The species outside the rock glacier tended to have heavier seeds (0.422 mg compared to 0.362 mg on the rock glacier). Boleochorous and meteorochorous seeds prevailed at the rock glacier and outside. Epizoochorous and endozoochorous seeds occurred more often outside the rock glacier.

The three rock glacier communities were identified as successional series, depending on substrate mobility. The pioneer stage (*Cerastium uniflorum* - *Poblia* - community) only occurred on stable conditions at the highest altitudes; the early successional stage (*Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - community) was characteristic for areas of higher substrate movement. The *Minuartia sedoides* - community was described as transition stage at unstable areas, being a more species-rich stage along the progressive primary succession of the rock glacier. Besides this linear successional pathway also a non-linear dynamic was recognised at the uppermost areas of the rock glacier.

1. Einleitung

Bedingt durch den fortschreitenden Klimawandel (IPCC 2013) und die damit verbundenen Abschmelz- und Auftauprozesse in den Alpen rücken glaziale und periglaziale Phänomene immer mehr in den Mittelpunkt des Forschungsinteresses (Koch & Erschbamer 2010). Eis kommt in alpinen Ökosystemen nicht nur in Form von derzeit noch klar er-

kennbaren Gletschern vor, sondern befindet sich oft gut verborgen unter Schutt, Fels oder in Hochgebirgsböden. Eindeutige Indikatoren für Eis, das unter mehr oder weniger viel Schutt begraben ist, sind die Blockgletscher (Haeberli 1985; Krainer & Mostler 2000, 2001; Haeberli et al. 2006). Capps (1910) begründete bei seinen Untersuchungen in Alaska erstmals den Begriff „rock glacier“ (Blockgletscher). Er beschreibt Blockgletscher als die „wahren Nachfolger“ der Gletscher, wobei das Eis für die Bewegung verantwortlich ist oder war. Hinsichtlich ihrer Aktivität können Blockgletscher in aktive, inaktive oder fossile Blockgletscher unterschieden werden (Barsch 1996, Krainer 2010). Aktive Blockgletscher bestehen aus einer Masse von Blockschutt und Feinsedimenten, die einen Eiskern und/oder Interstitialeis (d.h. Eis, das den Porenzwischenraum ausfüllt) enthalten (Washborn 1979, White 1981, Barsch 1996) und sich aktiv entlang eines Abhanges beziehungsweise auf einer durch Schmelzwasser entstandenen Gleitfläche talabwärts bewegen (Haeberli et al. 1979). Oft handelt es sich um unscheinbare und nicht klar erkennbare Geröllzungen, teilweise sind es aber klar abgrenzbare Bereiche mit steilen Zungen und Flanken (vgl. Kapitel 1 in diesem Buch).

Insgesamt ist der aktive Blockgletscher durch hohe Instabilität der Oberfläche gekennzeichnet, wobei die Bewegungsintensität und -geschwindigkeit des Schuttes dafür ausschlaggebend sind. Aktive Blockgletscher weisen Bewegungsraten von wenigen dm bis maximal 3,9 m pro Jahr auf (Haeberli 1985, Barsch 1996, Krainer & Mostler 2001, Krai-

ner 2010, Nickus et al. 2014). An den steilen Flanken- und Stirnbereichen kommen die intensivsten Bewegungen vor, im Bereich der Wurzelzonen sind Blockgletscher weniger mobil. Ein Blockgletscher präsentiert sich daher als Mosaik von besonders lebensfeindlichen, gestörten Abschnitten und stabileren Flächen, auf denen eine Besiedelung durch Pflanzen möglich wäre. Untersuchungen zur Besiedelung von Blockgletschern in den Alpen stammen vor allem aus der Schweiz (Burga et al. 2004 und Zitate ebendort) und aus dem italienischen Raum (Cannone 1997 zitiert in Burga et al. 2004, Guglielmin et al. 2001, Cannone & Gerdol 2003, Cannone et al. 2003). In Österreich fehlten bisher botanische Untersuchungen.

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen einer Masterarbeit im Jahr 2010. Ziel war es, eine erste Bestandsaufnahme der Vegetation am Blockgletscher Äußeres Hohebenkar durchzuführen und Vergleiche mit der umliegenden Vegetation anzuschließen. Neben der Vegetationsanalyse wurden auch die funktionellen Merkmale der Pflanzen wie z.B. Diasporenmasse, -ausbreitung und Wurzeltiefe recherchiert (Graßmair 2011), um Wuchs- und Lebensstrategien der Pflanzen am Blockgletscher und außerhalb besser vergleichen zu können. Folgende Fragen sollten beantwortet werden: a) Welche Arten und welche Pflanzengemeinschaften besiedeln den Blockgletscher und inwiefern unterscheiden sie sich von der umliegenden Vegetation? b) Unterscheiden sich die funktionellen Merkmale der Blockgletscher-Besiedler von jenen der Arten in der umliegenden Vegeta-

tion? c) Gibt es einen gerichteten Sukzessionsverlauf am Blockgletscher?

2. Methodik

Das Untersuchungsgebiet Äußeres Hochebenkar (Abb. 1) liegt ca. 4,3 km süd-süd-westlich von Obergurgl. Details dazu finden sich in Krainer (2010 und Kapitel 3 in diesem Buch). Ursprünglich sollten die Aufnahmen vor allem im Bereich der Querprofile durchgeführt werden, an denen die Fließbewegung des Blockgletschers Äußeres Hochebenkar erhoben wird (Krainer 2010). Da allerdings große Bereiche noch völlig unbesiedelt waren, wurden die Aufnahmeflächen subjektiv dort angelegt, wo Vegetation vorhanden war. Flächen mit einzelnen Pflanzen und insgesamt sehr geringer Deckung wurden nicht aufgenommen. Die Größe der Aufnahmeflächen betrug 1 m² (Abb. 2). Dies galt auch für die Aufnahmen außerhalb des Blockgletschers. Hier wurden Aufnahmen allerdings entlang von Transekten im Bereich eines Schneebodens (Abb. 2) und eines alpinen Rasens am Fuße des Hangerers durchgeführt. Die insgesamt 206 Aufnahmen erstreckten sich zwischen 2.547 m und 2.816 m Meereshöhe, 54 außerhalb des Blockgletschers und 152 am Blockgletscher. Für jede Aufnahme wurden folgende Daten erhoben: Koordinaten, Meereshöhe, Deckungsgrad [%], Neigung [°], Bestandeshöhe [cm] und Fließbewegung des Blockgletschers. Für letztere wurde anhand einer unpublizierten Kar-

te (Krainer et al. 2009) und anhand historischer Daten (Krainer et al. 2011) folgende Schätzskala entwickelt: 0 ... keine Bewegung, 1 ... kaum Bewegung, 2 ... leichte Bewegung, 3 ... mittlere Bewegung, 4 ... hohe Bewegung. Hohe Bewegung bedeutet 2,23 m pro Jahr, leichte Bewegung 0,07 m pro Jahr (Krainer et al. 2011). Die Artmächtigkeit der Pflanzen wurde nach Braun-Blanquet (1964) mit der erweiterten Skala nach Reichelt & Wilmanns (1973) aufgenommen. Die Nomenklatur der Arten richtete sich nach Fischer et al. (2008), Frahm & Frey (1983), Wirth (1995) und Köckinger et al. (2011).

Die Klassifikation der Aufnahmen wurde mit TWINSPAN für Windows (Version 2.3) durchgeführt (Hill & Šmilauer 2005). Die mit diesem Programm ermittelten Indikatorarten wurden mit Hilfe von PC-ORD einer „indicator species analysis“ unterzogen (Leyer & Wesche 2007). Die Vegetationstabelle wird in der vorliegenden Arbeit als Stetigkeitstabelle dargestellt, wobei nach Dierschke (1994) 5 Stetigkeitsklassen angegeben werden (V ... die Art kommt in > 80–100 % der Aufnahmen vor, IV ... > 60–80 %, III ... > 40–60 %, II ... > 20–40 %, I ... > 10–20 %, + ... > 5–10 %, r ... 1–5 %). Mit Hilfe des Programmes CANOCO wurden die Aufnahmen einer indirekten Ordination (Detrended Korrespondenzanalyse, DCA) bzw. einer direkten Ordination unterzogen, in dem sie mit den Umweltdaten korreliert wurden (Kanonische Korrespondenzanalyse, CCA).

Die Bestimmung der funktionellen Merkmale umfasste: Diasporenmasse [mg], Diasporen-

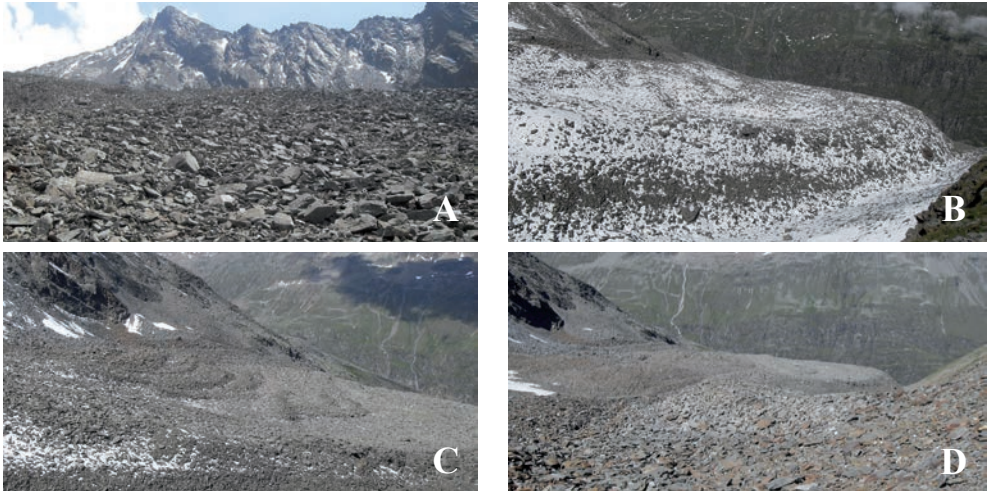


Abb. 1: Blockgletscher Äußeres Hochebenkar: A – mittlerer Bereich (15.07.2010), B – oberer Bereich, schneebedeckt (09.08.2010), C – oberer Bereich mit zahlreichen Verwerfungen (10.08.2010), D – Wurzelbereich (26.08.2010). Fotos: R. Graßmair

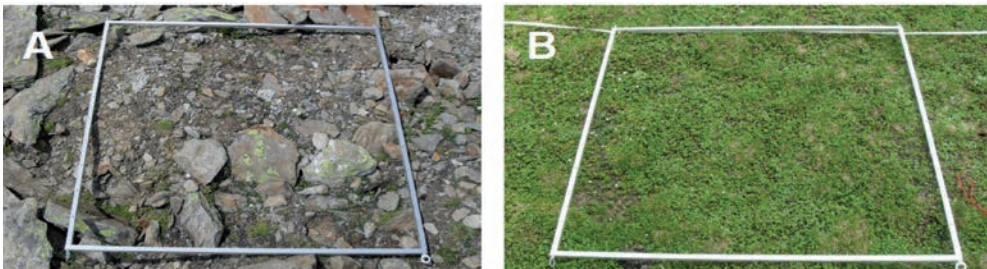


Abb. 2: Vegetationsaufnahmen: A – Fläche Nr. 29 (Blockgletscher, 15.07.2010), B – Fläche Nr. 3 (Schneeboden, 13.07.2010). Fotos: R. Graßmair

ausbreitung, Wurzeltiefe [cm], Strategietyp, laterale Ausdehnung und Klonalität. Die Daten wurden aus den Arbeiten Luzzaro (2005), Marcante (2008), Caccianiga et al. (2006) und Landolt et al. (2010) bezogen. In der vorliegenden Arbeit wird nur auf Diasporenmasse, -ausbreitung und Wurzeltiefe eingegangen. In Ergänzung zu jeder Vegetationsaufnah-

me wurde eine Bodenprobe aus 10 cm Tiefe entnommen, um den pH-Wert im Labor zu bestimmen. Die Proben wurden auf 2 mm gesiebt. 15 ml Boden wurden mit einer 0,01 molaren CaCl_2 -Lösung auf 30 ml aufgefüllt, 24 Stunden stehen gelassen und anschließend mit einem Labor-pH-Meter gemessen.



Abb. 3: Arten der Blockgletscher-Gemeinschaften. A – *Cerastium uniflorum*, B – *Saxifraga bryoides*, C – *Veronica alpina*, D – *Silene acaulis* ssp. *exscapa*, E – *Minuartia sedoides*, F – *Androsace alpina*, G – *Geum reptans*, H – *Ranunculus glacialis*, I – *Oxyria digyna*. Fotos: R. Graßmair 2009–2010

3. Ergebnisse

Vegetationstypen am Blockgletscher (Abb. 3)

Blockgletscher-Vegetation und angrenzende Vegetationstypen konnten gut abgegrenzt werden (Tab. A1 im Anhang, Abb. 4). Am Blockgletscher ließen sich drei Stadien unterscheiden: eine *Cerastium uniflorum* - *Pohlia*-Gemeinschaft, eine *Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - Gemeinschaft und eine *Minuartia sedoides* - Gemeinschaft (Tab. A1, Abb. 5).

Namengebend sind die anhand der Auswerteprogramme verzeichneten Indikatorarten. An gemeinsamen Arten sind vor allem *Poa laxa*, *Poa alpina*, *Androsace alpina*, *Geum reptans*, *Ranunculus glacialis*, *Leucanthemopsis alpina* und *Oxyria digyna* zu nennen. Neben diesen Hochgebirgsarten ist vor allem eine Reihe von Schneebodenarten charakteristisch (Tab. A1), die den Bezug zur Vegetation außerhalb herstellt. Moose waren in allen drei Gemeinschaften vertreten, ihr Deckungsanteil blieb jedoch bei 1–3 %. *Polytrichum* - Arten überwogen dabei. Flechten traten in der *Cerastium uniflorum* - *Pohlia* - Gemeinschaft zunächst noch sehr

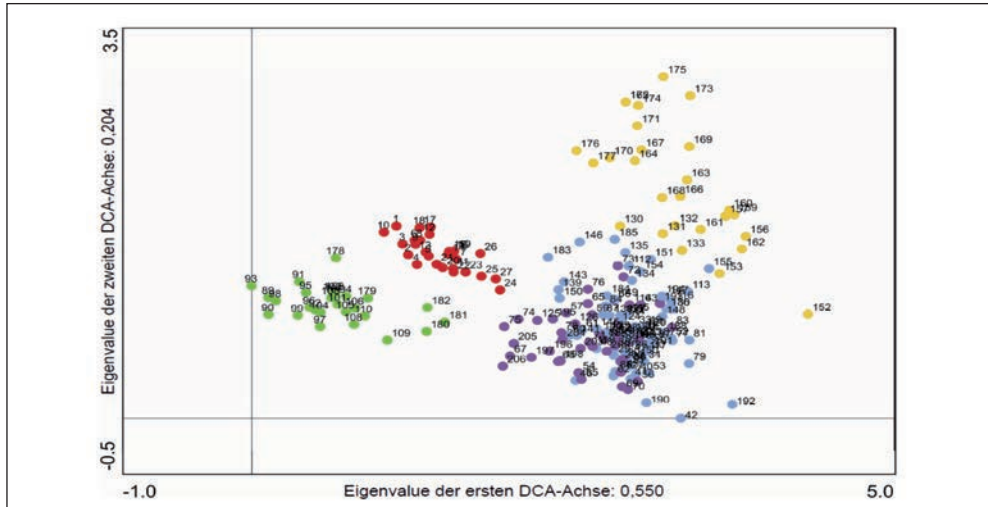


Abb. 4: Indirekte Ordination (Detrended Correspondence Analysis, DCA) aller Aufnahmen: Blockgletscher-Vegetation (gelbe, blaue und violette Symbole) und die Vegetation außerhalb (rot = Schneeboden, grün = alpiner Rasen) grenzen sich sehr deutlich voneinander ab. Weitere Beschreibung im Text

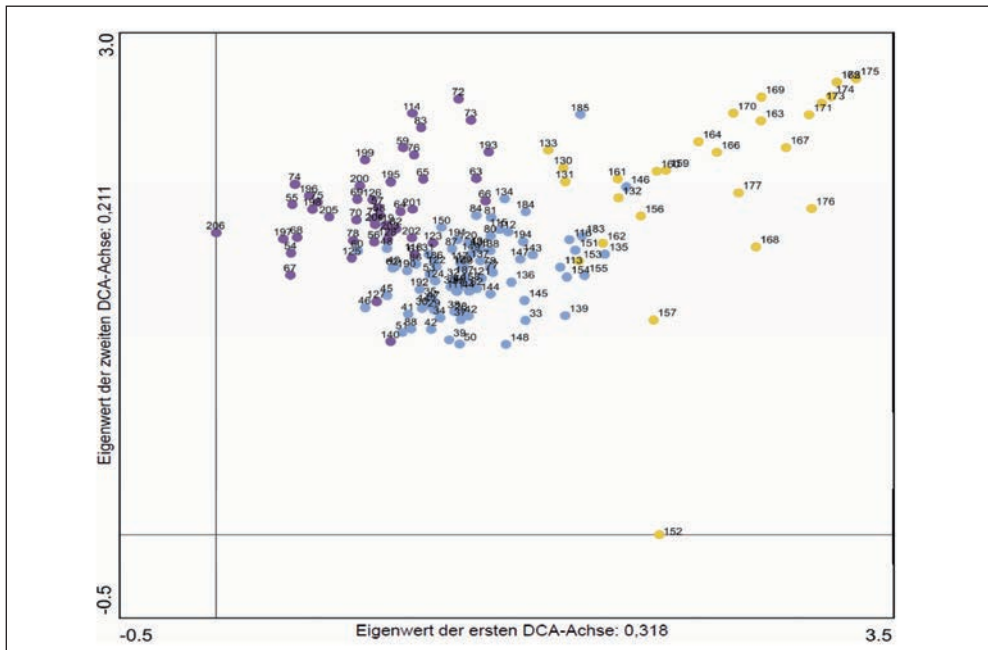


Abb. 5: DCA (Detrended Correspondence Analysis) der Blockgletschervegetation: gelbe Symbole = *Cerastium uniflorum* - *Pohlia* - Gemeinschaft, blaue Symbole = *Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - Gemeinschaft, violette Symbole = *Minuartia sedoides* - Gemeinschaft. Weitere Beschreibung im Text

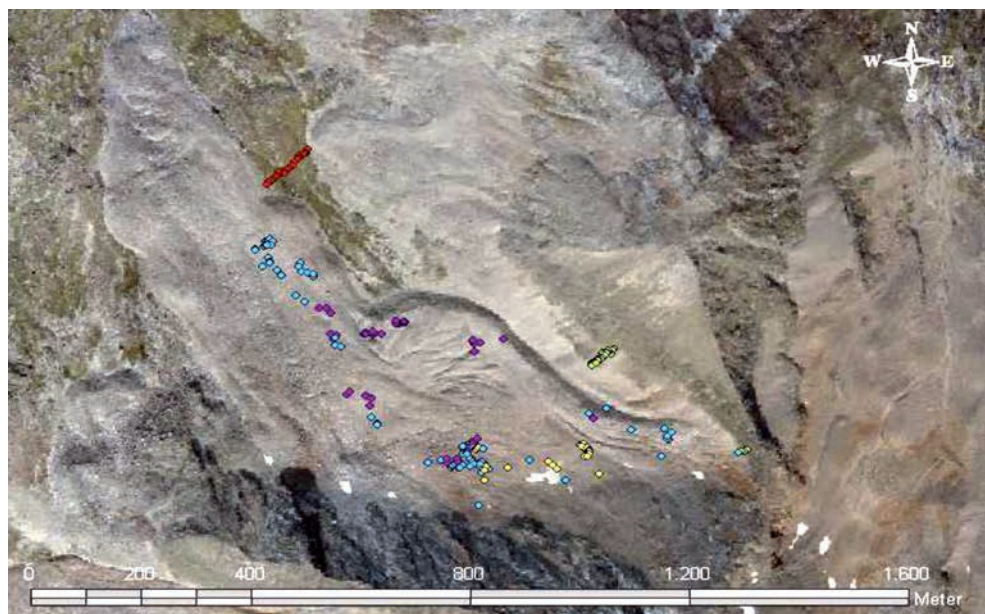


Abb. 6: Verteilung der Vegetationsaufnahmen im Untersuchungsgebiet: rote Symbole = *Salicetum herbaceae*, grüne Symbole = *Festucetum halleri*, gelbe Symbole = *Cerastium - Pohlia* - Gemeinschaft, blaue Symbole = *Saxifraga bryoides - Veronica alpina* - Gemeinschaft, violette Symbole = *Minuartia sedoides* - Gemeinschaft. Karte: [tirisMaps www.tirol.gv.at/tiris](http://tirisMaps.wwww.tirol.gv.at/tiris)



Abb. 7: Arten des Schneebodens (*Salicetum herbaceae*): A – *Gnaphalium supinum*, B – *Solorina crocea*, C – *Soldanella pusilla*, D – *Potentilla aurea*, E – *Leucanthemopsis alpina*, F – *Homogyne alpina*. Fotos: R. Graßmair 2009–2011

spärlich (0,4 %) auf, der Anteil stieg aber in den beiden anderen Gemeinschaften auf rund 4 % Deckung an (Tab. A1).

Die *Cerastium uniflorum* - *Pohlia* - Gemeinschaft wies mit 4,5 % pro m² eine äußerst geringe Gesamtdeckung auf und besiedelte nur den oberen Blockgletscher-Bereich (Wurzelzone) auf rund 2.722 m Meereshöhe (Tab. A1 im Anhang, Abb. 6). Der pH-Wert war hier mit rund 4,7 am höchsten (Tab. A1). Die Bewegung des Substrates wurde als gering eingestuft im Vergleich zu den Standorten der beiden anderen Gemeinschaften. Auf 1 m² wurden rund 6 Arten gezählt, wobei die namengebenden Arten mit einem hohen Indikatorwert (*Cerastium uniflorum*: 53,5; *Pohlia* sp.: 54,2) höchstet vorkamen.

Artenzahlen und Deckung stiegen in der *Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - Gemeinschaft deutlich an (10 Arten, 19 % Deckung). Der pH-Wert nahm leicht ab (4,3; Tab. A1). Diese Gemeinschaft besiedelte sowohl untere als auch obere Blockgletscher-Bereiche auf bewegtem Schutt (Abb. 6). Die geschätzten Bewegungsraten des Substrates reichen hier von 1 bis 4. *Cerastium uniflorum* war zwar noch vorhanden, aber es gesellten sich immer mehr Schneebodenpflanzen dazu (*Salix herbacea*, *Gnaphalium supinum*, *Sedum alpestre*, *Sagina saginoides*, *Stereocaulon alpinum*, *Solorina crocea*, *Dibaeis baeomyces*, *Cladonia pyxidata*). Als weitere Begleiter traten *Doronicum clusii*, *Epilobium anagallidifolium*, *Erigeron uniflorus*, *Silene acaulis* ssp. *exscapa* auf. *Saxifraga bryoides* und *Veronica alpina* kamen zwar auch in den anderen Gemeinschaften vor, hatten

aber hier einen signifikant höheren Indikatorwert (43 bzw. 44,4; $p < 0,001$).

In der *Minuartia sedoides* - Gemeinschaft erreichten Artenzahlen und Deckung am Blockgletscher ihr Maximum (durchschnittlich 10,6 bzw. 35,4 %, Tab. A1). Die Übergänge zur *Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - Gemeinschaft sind fließend, wie die Ordinationen (Abb. 4, 5) sehr gut zeigen. Der pH-Wert betrug hier im Durchschnitt 4,2. Die Bewegung des Blockgletschers wurde hier etwas höher eingestuft wie bei der *Saxifraga bryoides* - *Veronica alpina* - Gemeinschaft (1,8, Tab. A1), allerdings sagt der Mittelwert nichts über die Verteilung der Werte aus, die eine Spanne von 1 bis 3,5 umfassen.

Vegetationstypen außerhalb des Blockgletschers (Abb. 7, 8)

Die Transektaufnahmen (Abb. 6) außerhalb des Blockgletschers heben sich sehr deutlich von den Blockgletscher-Standorten ab (Abb. 4) und stellen zwei gut charakterisierbare Gruppen dar: einen Schneeboden – *Salicetum herbaceae* – auf den ebenen Flächen und einen alpinen Rasen – *Festucetum halleri* – am Steilhang Richtung Hangerer (Tab. A1).

Im *Salicetum herbaceae* (Abb. 7) waren neben der namengebenden *Salix herbacea* vor allem *Soldanella pusilla*, *Sibbaldia procumbens*, *Arenaria biflora*, *Gnaphalium supinum* und *Leucanthemopsis alpina* charakteristisch. Mit rund 9 % Deckung traten vor allem Moose zusätzlich in Erscheinung, angeführt von



Abb. 8: Arten des alpinen Rasens (Festucetum halleri): A – *Nardus stricta*, B – *Phyteuma hemisphaericum*, C – *Scorzoneroides helvetica*, D – *Campanula scheuchzeri*, E – *Luzula alpinopilosa*, F – *Sempervivum montanum*. Fotos: R. Graßmair 2009–2011

Polytrichum-Arten. Die Gesamtdeckung erreichte hier rund 82 %, die Artenzahl pro m² betrug durchschnittlich 17 und der pH-Wert sank auf 3,9. Die Wuchshöhe der Bestände war um einige mm höher als am Blockgletscher (Tab. A1).

Das Festucetum halleri (Abb. 8) umfasste neben der namensgebenden Art eine Reihe von alpinen Rasenarten, die auf Silikat charakteristisch sind (Tab. A1), so z.B. *Phyteuma hemisphaericum*, *Anthoxanthum alpinum* und *Campanula scheuchzeri*. Dazu gesellten sich die Felsspaltenart *Sempervivum montanum* und die Schneebodenart *Luzula alpinopilosa*. Eine Gruppe von Begleitern waren sowohl für das Festucetum halleri als auch für den Schneeboden bestimmend, wie z.B. *Agrostis rupestris*, *Mutellina adonidifolia* oder *Geum montanum* (Tab. A1). Die Gesamtdeckung pro m² belief sich auf 64 %, die Artenzahl be-

trug 22. Der pH-Wert war mit 4,1 höher als im Schneeboden.

Vergleich zwischen Blockgletscher-Gemeinschaften und angrenzender Vegetation

Vergleicht man die Bestände des Blockgletschers mit dem Salicetum herbaceae bzw. dem Festucetum halleri, so zeigen sich unter den hochsteten Arten im Wesentlichen Schneebodenarten, welche alle Vegetationstypen verbinden (Tab. A1), so z.B. *Polytrichum* sp., *Stereocaulon alpinum*, *Poa alpina*, *Leucanthemopsis alpina*, *Salix herbacea*, *Gnaphalium supinum* und *Solorina crocea*. Trotz dieser Gemeinsamkeit wurde der Schneeboden klar von den Blockgletscher-Gemeinschaften abgetrennt (Abb. 4). Von den typischen alpinen Rasenar-

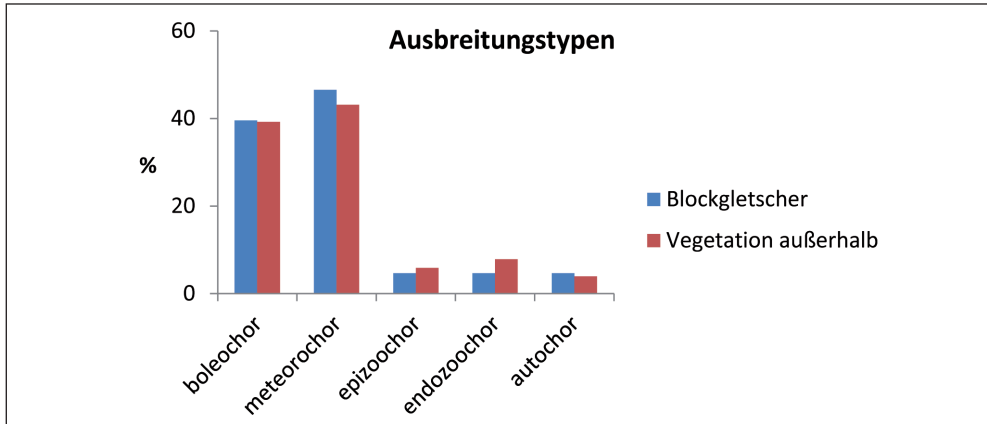


Abb. 9: Ausbreitungstypen der Diasporen am Blockgletscher (blau) und in der Vegetation außerhalb (rot): boleochor = Ausbreitung durch Windstöße (Windstreuer), meteorochor = Ausbreitung durch Windtransport, epizoochor = Ausbreitung durch Haftung an Tieren, endozoochor = Ausbreitung über den Darm von Tieren, autochor = Selbstausbreitung.

ten waren nur sehr wenige am Blockgletscher zu finden und wenn, dann nur mit geringer Stertigkeit (z.B. *Carex curvula*, *Nardus stricta*, *Euphrasia minima*). Zwischen Festucetum halleri und Blockgletscher-Gemeinschaften ist daher die Ähnlichkeit am geringsten.

außerhalb des Blockgletschers etwas stärker vertreten zu sein (Abb. 9). Die Wurzeltiefe war bei Arten des alpinen Rasens mit 25–50 cm etwas höher als bei denjenigen des Blockgletschers (weniger als 25 cm Tiefe).

Funktionelle Merkmale

Die Blockgletscher-Besiedler wiesen tendenziell leichtere Diasporen auf (Mittelwert = 0,362 mg im Vergleich zu 0,422 mg außerhalb); die Unterschiede waren allerdings nicht signifikant. Hinsichtlich Ausbreitungstypen herrschten sowohl am Blockgletscher als auch außerhalb boleochore (Windstreuer) und meteorochore Arten (Windtransport) vor (Abb. 9). Epizoochore (an Tieren haftende Diasporen) und endozoochore Vertreter (Ausbreitung über den Darm von Tieren) scheinen

4. Diskussion

Ähnlich wie im Gletschervorfeld des Rotmoosferners, Obergurgl, Ötztal (Raffl et al. 2006, Nagl & Erschbamer 2010), beginnt die Besiedelung auch am Blockgletscher mit einem Pionierstadium, das nur wenige Arten pro Fläche (Minimum 3, Maximum 10 pro m²) aufweist. Das Moos *Pohlia* ist dabei ein typischer Pionier, der auf ebenen, feinsandigen und vom Schmelzwasser beeinflussten Flächen vorkommt (Jochimsen 1970). Die

Saxifraga bryoides - *Veronica alpina* - Gemeinschaft kann als Folgestadium der *Cerastium uniflorum* - *Poblia* - Gemeinschaft betrachtet werden (4–16 Arten pro m²). Sie kennzeichnet mehrere Bereiche des Äußeren Hochebenkars, die sich innerhalb der vegetationsbedeckten Flächen am stärksten in Bewegung befinden. Die Abgrenzung von der *Minuartia sedoides* - Gemeinschaft (7–18 Arten pro m²) ist teilweise nur schwer möglich. Auch diese Gemeinschaft stellt ein Folgestadium auf bewegten Flächen dar. Laut Krainer (2010) ist der Wurzelbereich des Blockgletschers Äußeres Hochebenkar (= oberer Bereich) wenig bis kaum bewegt. Hier konnten daher alle drei Gemeinschaften vorgefunden werden. Dies widerspricht eigentlich einer gerichteten Primärsukzession. Vielmehr zeigt sich hier, dass nicht-lineare, „chaotische“ (Burga et al. 2010) Sukzessionsverläufe als Folge der kleinräumigen Heterogenität vorkommen und zu einem Nebeneinander von Gemeinschaften führen, die im linearen Sukzessionsmodell zeitlich nacheinander kommen würden.

Aus mehreren Untersuchungen geht hervor, dass es große Unterschiede bezüglich der sich ansiedelnden Vegetation auf Blockgletschern gibt, je nachdem ob sie aktiv, inaktiv oder fossil sind (Burga et al. 2004). Auf aktiven Blockgletschern bleibt die Gesamtdeckung der Gefäßpflanzen unter 10 %. Als „Bewegungsindikatoren“ wurden von Burga (1999) aus Gletschervorfeldern eine Reihe von Pionierarten erwähnt, die auch am Blockgletscher Hochebenkar eine bedeutende Rolle spielen, so z.B. *Saxifraga bryoides*, *Cerastium uniflorum*, *Poa laxa*. Guglielmin et al. (2001) nennen

für Bereiche mit hoher Fließgeschwindigkeit am Foscagno-Blockgletscher die hochalpinen Pioniergesellschaften *Androsacetum alpinae* und *Oxyrietum digynae*, während die stärker konsolidierten Abschnitte dort durch ein *Luzuletum spadiceae* gekennzeichnet sind. Für den Blockgletscher Äußeres Hochebenkar erwies sich eine Zuordnung zu den in der Literatur beschriebenen Syntaxa als wenig sinnvoll, da es sich um Pionierstadien handelt, die einer fortschreitenden Primärsukzession unterworfen sind. Die relative Bedeutung von Schneebodenarten, wie sie im Untersuchungsgebiet festgestellt wurde, scheint vor allem auf stabileren Flächen charakteristisch zu sein (Cannone et al. 2003). Wenige Arten tolerieren massive Blockgletscher-Bewegungen. Laut Cannone & Gerdol (2003) sind dies vor allem *Geum reptans* (bei Bewegungsraten von 35 cm pro Jahr vorkommend) und *Cerastium uniflorum*, eine Art die unabhängig von der Textur hohe Mobilität des Substrats auszuhalten scheint. Dasselbe gilt für die klonal wachsende *Saxifraga bryoides*, die eine laterale Ausdehnung von 50 cm erreichen kann (Cannone & Gerdol 2003) und auf Grund ihrer Wuchsstrategie bestens geeignet ist, primär instabiles Geröll zu besiedeln. Laut Jochimsen (1983) bilden Pionierarten bei stärkerer Substratbewegung elastischere Wurzelstränge aus, die parallel und entgegen der Fließbewegung wachsen. Cannone & Gerdol (2003) betonen, dass die meisten Arten Blockgletscher-Bewegung nur dann tolerieren, wenn sie auf feinkörnigem Material wurzeln. Der Großteil der Blockgletscher-Siedler besitzt laut Literatur relativ

kurze Wurzeln (bis zu 25 cm, Landolt et al. 2010). Eine Untersuchung vor Ort wäre notwendig, um die tatsächliche Wurzellänge und die Wuchsstrategien beurteilen zu können. Zwischen der Blockgletscher-Besiedelung und den angrenzenden Schneeboden- und Rasenflächen gibt es Übereinstimmungen hinsichtlich einer Gruppe, die als Schneebodenvertreter anzusprechen sind. Typische Rasenarten sind jedoch nur sporadisch am Blockgletscher zu finden. Eine Erklärung für diese Unterschiede wurde vor allem anhand der funktionellen Merkmale erwartet. Allerdings zeigten sich diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede. Die Tendenz hin zu leichteren Diasporen am Blockgletscher zeigt an, dass der Eintritt über Wind Priorität hat. Das sporadische

Vorhandensein von epi- und endozoochor verbreiteten Arten am Blockgletscher kann vermutlich dahingehend interpretiert werden, dass über Lawinen immer wieder Rasenfragmente mit Arten dieser Ausbreitungsstrategie von außen eingetragen werden. Dies gilt vermutlich für die *Carex curvula* - Rasenstücke (Abb. 10), die vereinzelt am Blockgletscher zu finden sind. Damit wird auch Bodenmaterial eingetragen und durch ihr klonales Wachstum kann die Art den Wuchsort behaupten, auch wenn er insgesamt durch seine Fließbewegung für eine Rasenart durchaus lebensfeindlich ist. Wie häufig sich Tiere im Blockgletscher-Bereich aufhalten und damit zur Ausbreitung von Diasporen beitragen, entzieht sich unserer Kenntnis. Allerdings sind die Fraßspuren



Abb. 10: Vermutlich durch Lawinen eingetragenes *Carex curvula*-Rasenfragment am Blockgletscher Äußeres Hochebenkar. Die jungen Triebe sind abgefressen. Foto: B. Erschbamer 2010

an *Carex curvula* (Abb. 10) ein Hinweis auf ein zumindest sporadisches Erscheinen von Tieren. Insgesamt überwiegen die windverbreiteten Arten, sowohl am Blockgletscher als auch in den angrenzenden Flächen außerhalb. Stöcklin & Bäumler (1996) zeigten bereits, dass nur Pflanzen mit einer hohen Anzahl an kleinen, leichten Diasporen erfolgreiche Pionierpflanzen sind. Dies gilt auch für das Gletschervorfeld des Rotmoosfeners (Erschbamer et al. 2001). Ertl (2013) zeigte, dass es vor allem in sehr heißen Sommern zu hohen Diasporeneinträgen in der alpinen und nivalen Stufe kommen kann und vermutete, dass insbesondere Hitzewellen verantwortlich für neue Besiedelungsvorgänge sind.

Das Salicetum herbaceae am Rande des Blockgletschers liegt zwischen den steilen Flanken des Hangerers und des Blockgletschers. In dieser Senke kommt es zu einer hohen Schneeansammlung im Winter und während der Vegetationszeit zu Schmelzwasserbeeinflussung vor allem aus dem Blockgletscher-Bereich (Kapitel 3 und 6 in diesem Buch). Dieser Bereich ist völlig verschieden vom steilen Rasenhang im oberen Bereich der Blockgletscher-Grenze. Der Rasen Festucetum halleri weist eine höhere Artenzahl und Deckung und damit wohl auch eine fortgeschrittenere Bodenentwicklung auf. Es handelt sich um einen syntaxonomisch relativ schlecht beschriebenen Rasentyp, der warme, früh ausapernde Trockenhänge der Zentralalpen charakterisiert (Pitschmann et al. 1980, Grabherr 1993). Die Gesellschaft ist sehr schwer vom Caricetum curvulae abzutrennen, da meist ein fließender Übergang besteht. Nachdem jedoch Pitschmann et al.

(1952–1955 unpubl. bzw. 1980) in ihrer Vegetationskarte diese Gesellschaft für das innere Ötztal hervorstrichen, erscheint eine Ausweisung am Fuß des Hangerers gerechtfertigt.

Literatur

- Barsch, D. (1996) Rockglaciers. Indicators for the Present and Former Geocology in High Mountain Environments. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Braun-Blanquet, J. (1964) Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, Wien.
- Burga, C.A. (1999) Vegetation development on the glacier forefield Morteratsch (Switzerland). Applied Vegetation Science 2: 17-24.
- Burga, C.A., Frauenfelder, R., Ruffet, J., Hoelzle, M. & Käab, M. (2004) Vegetation on Alpine rock glacier surfaces: a contribution to abundance and dynamics on extreme plant habitats. Flora 199: 505-515.
- Burga, C.A., Krüsi, B., Egli, M., Wernli, M., Elsener, S., Zieffle, M., Fischer, T. & Mavris, C. (2010) Plant succession and soil development on the foreland of the Morteratsch glacier (Pontresina, Switzerland): Straight forward or chaotic? Flora 205: 561-576.
- Caccianiga, M., Luzzaro, A., Pierce, S., Ceriana, R.M. & Cerabolini, B. (2006) The functional basis of a primary succession

- resolved by CSR classification. *Oikos* 122: 10-20.
- Cannone, N. & Gerdol, R. (2003) Vegetation as an ecological indicator of surface instability in rock glaciers. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 35: 384-390.
- Cannone, N., Guglielmin, M., Hauck, C. & Vonder Mühll, D. (2003) The impact of recent glacier fluctuation and human activities on permafrost distribution, Stelvio pass (Italian Central-Eastern Alps). In: Phillips, M., Springman, S.M. & Arenson, L.U. (eds), *Permafrost. Proceedings Vol. 2*, Swets & Zeitlinger, Lisse, 137-143.
- Capps, S.R. (1910) Rock glaciers in Alaska. *The Journal of Geology* 18: 359-375.
- Dierschke, H. (1994) *Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Erschbamer, B., Kneringer, E. & Niederfriniger Schlag, R. (2001) Seed rain, soil seed bank, seedling recruitment on a glacier foreland in the Central Alps. *Flora* 196: 304-312.
- Ertl, S. (2013) Positive effects of an extremely hot summer on propagule rain in upper alpine to subnival habitats of the Central Eastern Alps. *Plant Ecology & Diversity* 6: 467-474.
- Fischer, M.A., Oswald, K. & Adler, W. (2008) *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. 3. Auflage, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz.
- Frahm, J.P. & Frey, W. (1983) *Moosflora*. 1. Aufl., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Grabherr, G. (1993) *Caricetea curvulae*. In: Grabherr, G. & Mucina, L. (eds), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs Teil II – Natürliche Waldfreie Vegetation*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 343-372.
- Graßmair, R. (2011) *Pflanzliche Besiedelung am Blockgletscher Äußeres Hohebenkar (Ötztaler Alpen/Tirol)*. Masterarbeit Universität Innsbruck.
- Guglielmin, M., Cannone, N. & Dramis, F. (2001) Permafrost-glacial evolution during the Holocene in the Italian Central Alps. *Permafrost and Periglacial Processes* 12: 111-124.
- Haeblerli, W. (1985) Creep of mountain permafrost: internal structures and flow of alpine rock glaciers. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich* 77: 1-142.
- Haeblerli, W., Hallet, B., Arenson, L., Elconin, R., Humlum, O., Kääb, A., Kaufmann, V., Ladanyi, B., Matsuoka, N., Springman, S. & Vonder Mühl, D. (2006) Permafrost creep and rock glacier dynamics. *Permafrost and Periglacial Processes* 17: 189-214.
- Haeblerli, W., King, L. & Flotron, A. (1979) Surface movement and lichen – cover studies at the active rock glacier near the Grubengletscher, Wallis, Swiss Alps. *Arctic and Alpine Research* 11: 421-441.
- Hill, M.O. & Šmilauer, P. (2005) *WinTWINS version 2.3* (Twinspan for Windows version 2.3).
- IPCC (2013) *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2013: The Physical*

- Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P.M. (eds), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jochimsen, M. (1970) Die Vegetationsentwicklung auf Moränenböden in Abhängigkeit von einigen Umweltfaktoren. In: Janetschek, H. & Pitschmann, H. (eds), *Alpin-Biologische Studien: Aus dem Institut für Zoologie und dem Institut für Systematische Botanik und Geobotanik*, Publikationsstelle der Universität, Innsbruck, Bd 46.
- Jochimsen, M. (1983) Standortabhängige Bewurzelung einiger alpiner Pionierpflanzen. *Int. Symp. Gumpenstein 1982*. Bundesanstalt Gumpenstein, Irtdning, 417-434.
- Koch, E.M. & Erschbamer, B. (eds)(2010) *Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl*. Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck.
- Köckinger, H., Schröck, C., Krisai, R. & Zechmeister, H.G. (2011) Checklist of Austrian Bryophytes. Universität Wien. <http://131.130.59.133/projekte/moose/> (03.2011).
- Krainer, K. (2010) *Geologie und Geomorphologie von Obergurgl und Umgebung*. In: Koch, E.-M. & Erschbamer, B. (eds), *Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl*, Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck, 31-52.
- Krainer, K., Abermann, J., Nickus, U., Fischer, A., Schneider, H. & Kuhn, M. (2009) *Weiterführung und Ausbau des Langzeitmonitoringprogramms am Blockgletscher im äußeren Hohebenkar*. Abschlussbericht Forschungsförderungsprojekt LFU, unpubliziert.
- Krainer, K., Abermann, J., Nickus, U., Fischer, A., Schneider, H. & Span, N. (2011) *Results and recent research on Rock Glacier Äußeres Hohebenkar*, unpubliziert.
- Krainer, K. & Mostler, W. (2000) *Reichenkar rock glacier, a glacial 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, Gößnitz Tal (Schobergruppe, Nationalpark Hohe Tauern)*. *Wissenschaftliche Mitteilungen des Nationalparks Hohe Tauern* 6: 139-168.
- Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, A., Heff, O., Klötzli, F., Lämmli, W., Nobis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F.H., Theurillat, J.-P., Urmi, E., Vust,

- M. & Wohlgemuth, T. (2010) Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.
- Leyer, I. & Wesche, K. (2007) Multivariate Statistik in der Ökologie. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg.
- Luzzaro, A. (2005) Plant strategies as a tool for describing and interpreting vegetation dynamics on alpine glacier forelands. PhD thesis, Università degli studi di Milano.
- Marcante, S. (2008) Life history traits and population dynamics of glacier foreland species. PhD thesis, Universität Innsbruck.
- Nagl, F. & Erschbamer, B. (2010) Pflanzliche Sukzession im Gletschervorfeld. In: Koch, E.-M. & Erschbamer, B. (eds), Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum, Obergurgl, Alpine Forschungsstelle Obergurgl 1, innsbruck university press, Innsbruck, 121-143.
- Nickus, U., Abermann, J., Fischer, A., Krainer, K., Schneider, H., Span, N. & Thies, H. (2014) Rock glacier Äußeres Hochebenkar (Austria) – recent results of a monitoring network. Zeitschrift Gletscherkunde und Glazialgeologie: im Druck.
- Pitschmann, H., Reisigl, H. & Schiechl, H.M. (1952-1955): Vegetationskarte des Gurglertales (Hinteres Ötztal in Nordtirol), 1: 37.500, unpubliziert.
- Pitschmann, H., Reisigl, H., Schiechl, H.M. & Stern, R. (1980) Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1 : 100.000 VII. Teil: Blatt 10, Ötztaler Alpen Meran. Documents de Cartographie Ecologique XXIII: 47-68.
- Raffl, C., Mallaun, M., Mayer, R. & Erschbamer, B. (2006) Vegetation succession pattern and diversity changes in a glacier valley, Central Alps, Austria. Arctic, Antarctic, and Alpine Research 38: 421-428.
- Reichelt, G. & Wilmanns, O. (1973) Vegetationsgeographie. Praktische Arbeitsanweisungen. Braunschweig.
- Stöcklin, J. & Bäumler, E. (1996) Seed rain, seedling establishment and clonal growth strategies on a glacier foreland. Journal of Vegetation Science 7: 45-56.
- Washborn, A.L. (1979) Geocryology: A survey of periglacial processes and environments. 2. Aufl., Edward Arnold Verlag, London.
- White, S.E. (1981) Alpine mass movement forms (noncatastrophic): classification, description, and significance. Arctic and Alpine Research 13: 127-137.
- Wirth, V. (1995) Flechtenflora. 2. Aufl., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Verzeichnis der AutorInnen

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

Brigitta Erschbamer
Universität Innsbruck
Institut für Botanik
Sternwartestr. 15, 6020 Innsbruck, Österreich
Brigitta.Erschbamer@uibk.ac.at

René Graßmair, Brigitta Erschbamer

Die Besiedelung des Blockgletschers Äußeres Hochebenkar im Vergleich zur angrenzenden Vegetation

Tab. A1: Stetigkeitstabelle für die Blockgletscher-Gemeinschaften und die Gesellschaften außerhalb des Blockgletschers (die Farbgebung entspricht den Abb. 4–6). Die Umweltparameter stellen Mittelwerte für jede Gemeinschaft bzw. Gesellschaft dar.

	<i>Cerastium-Poblia-</i> Gemeinschaft	<i>Saxifraga-Veronica-</i> Gemeinschaft	<i>Minuartia-</i> Gemeinschaft	<i>Salicetum</i> herbaceae	<i>Festucetum</i> halleri
Meereshöhe	2723	2713	2708	2549	2784
Neigung (°)	8	7	7	5	27
Deckung gesamt (%)	4,5	19	35	82	64
Deckung Moose (%)	1,2	3,4	1,2	8,8	0,1
Deckung Flechten (%)	0,4	3,9	4,0	0,7	0,5
Bestandeshöhe (cm)	0,7	1,3	1,0	1,8	2,4
pH-Wert	4,7	4,3	4,3	3,9	4,1
Bewegung	1,0	1,6	1,8	0	0
Artenzahl pro m ²	6	10	11	17	22
Anzahl der Aufnahmen (m ²)	27	80	45	27	27

<i>Cerastium uniflorum</i>	V	IV	II	.	.
<i>Poblia sp.</i>	IV	+	II	r	I
<i>Saxifraga exarata</i>	r				

<i>Saxifraga bryoides</i>	II	IV	II	.	II
<i>Veronica alpina</i>	.	III	I	IV	II
<i>Doronicum clusii</i>	.	+	.	.	.
<i>Cladonia fimbriata</i>	.	r	.	.	.
<i>Cystopteris montana</i>	.	r	.	.	.
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	.	r	.	.	.
<i>Erigeron uniflorus</i>	.	r	.	.	.
<i>Silene acaulis ssp. exscapa</i>	.	r	.	.	.

	<i>Cerastium-Poblia-</i> Gemeinschaft	<i>Saxifraga-Veronica-</i> Gemeinschaft	<i>Minuartia-Gemein-</i> schaft	<i>Salicetum</i> herbaceae	<i>Festucetum halleri</i>
<i>Minuartia sedoides</i>	.	r	III	.	r
<i>Carex capillaris</i>	.	.	r	.	.
<i>Cladonia gracilis</i>	.	.	r	.	.
Begleiter der Blockgletscher-Gemeinschaften					
<i>Poa laxa</i>	III	V	IV	r	.
<i>Androsace alpina</i>	II	+	r	.	.
<i>Ranunculus glacialis</i>	II	II	r	.	.
<i>Oxyria digynia</i>	r	I	r	.	.
<i>Oreochloa disticha</i>	r	r	r	.	.
<i>Buellia sp.</i>	.	r	II	.	.
<i>Geum reptans</i>	.	r	r	.	.
<i>Leontodon hispidus</i>	.	r	+	.	.
<i>Soldanella pusilla</i>	.	.	r	V	.
<i>Sibbaldia procumbens</i>	.	r	.	V	+
<i>Arenaria biflora</i>	.	r	+	IV	r
<i>Taraxacum sect. Alpina</i>	.	r	.	III	r
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	III	.
<i>Cerastium cerastoides</i>	.	.	.	III	.
<i>Homogyne alpina</i>	.	.	.	r	.
<i>Carex sp.</i>	.	.	.	r	.
<i>Festuca halleri</i>	.	.	r	.	IV
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	.	r	+	.	V
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	.	.	.	.	IV
<i>Campanula scheuchzeri</i>	.	.	.	.	IV
<i>Sempervivum montanum</i>	.	r	.	.	IV

	<i>Cerastium-Poblia-</i> Gemeinschaft	<i>Saxifraga-Veronica-</i> Gemeinschaft	<i>Minuartia-Gemein-</i> schaft	<i>Salicetum</i> herbaceae	<i>Festucetum halleri</i>
<i>Luzula alpinopilosa</i>	.	r	+	.	IV
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	II
<i>Kobresia myosuroides</i>	.	r	.	.	III
<i>Gentiana acaulis</i>	III
<i>Avenula versicolor</i>	III
<i>Hieracium</i> sp.	I
<i>Juncus jacquinii</i>	I
<i>Carex sempervirens</i>	I
<i>Festuca nigricans</i>	I
<i>Myosotis alpestris</i>	I
<i>Salix retusa</i>	I
<i>Juncus trifidus</i>	r
<i>Saxifraga seguieri</i>	r

Begleiter der Gesellschaften außerhalb des Blockgletschers

<i>Agrostis rupestris</i>	.	r	r	V	IV
<i>Festuca intercedens</i>	.	.	.	V	II
<i>Mutellina adonidifolia</i>	.	.	.	II	V
<i>Geum montanum</i>	.	.	.	I	V
<i>Potentilla aurea</i>	.	.	.	+	IV
<i>Persicaria vivipara</i>	.	.	.	+	III
<i>Thamnolia vermicularis</i>	.	.	.	r	I
<i>Cirsium spinosissimum</i>	.	.	.	r	r

Weitere hochstete und seltene Arten

<i>Polytrichum</i> sp.	V	V	V	V	III
<i>Stereocaulon alpinum</i>	III	IV	IV	IV	+
<i>Poa alpina</i>	III	I	r	V	III

	<i>Cerastium-Poblia-</i> Gemeinschaft	<i>Saxifraga-Veronica-</i> Gemeinschaft	<i>Minuartia-Ge-</i> meinschaft	<i>Salicetum</i> herbaceae	<i>Festucetum halleri</i>
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	II	V	V	V	IV
<i>Salix herbacea</i>	I	II	IV	V	IV
<i>Sagina saginoides</i>	I	II	.	IV	III
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	III	V	III	V
<i>Gnaphalium supinum</i>	r	IV	IV	V	III
<i>Solorina crocea</i>	r	IV	IV	+	II
<i>Dibaeis baeomyces</i>	.	IV	IV	III	V
<i>Sedum alpestre</i>	.	IV	IV	II	II
<i>Euphrasia minima</i>	.	.	II	.	V
<i>Cetraria islandica</i>	.	r	I	IV	III
<i>Cetraria ericetorum</i>	.	r	I	II	I
<i>Cardamine alpina</i>	+	I	+	I	I
<i>Cladonia arbuscula</i>	+	.	.	II	II
<i>Scorzoneroides helvetica</i>	.	+	.	I	V
<i>Cardamine resedifolia</i>	.	II	r	II	.
<i>Gentiana brachyphylla</i>	.	II	r	.	r
<i>Peltigera rufescens</i>	.	+	r	.	II
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	.	+	+	.	r
<i>Carex curvula</i> ssp. <i>curvula</i>	.	.	I	II	III
<i>Nardus stricta</i>	.	.	r	r	II
<i>Senecio incanus</i> ssp. <i>carniolicus</i>	.	r	r	.	I
<i>Achillea moschata</i>	.	r	.	.	+
<i>Pedicularis kernerii</i>	.	r	.	.	r
	