

# GLETSCHERMESSUNGEN AN DER PASTERZE UND IN DEREN UMGEBUNG (GLOCKNERGRUPPE) IM JAHR 2018

von Gerhard Karl LIEB und Andreas KELLERER-PIRKLBAUER, beide Graz

## Zusammenfassung

Das Haushaltsjahr 2017/2018 war den Beobachtungen zur Physiognomie und Ausaperung sowie den Höhenänderungen zu Folge ähnlich gletscherabträglich wie das vorangegangene Jahr.

### *Längenänderungen*

Gletscher	2016/17	2017/18
Pasterze / moränenarmer Teil (12.9.)	-132,1 m (32 Strecken)	<b>-35,3 m (32 Strecken)</b>
Pasterze / moränenbedeckter Teil (10.9.)	-28,2 m (68 Strecken)	<b>-30,5 m (75 Strecken)</b>
Pasterze / gesamt (10./12.9.)	-61,5 m (100 Strecken)	<b>-31,9 m (107 Strecken)</b>
Wasserfallwinkelkees (11.9.)	-12,5 m (3 Marken)	<b>-13,9 m (3 Marken)</b>
Freiwandkees (10.9.)	-89,1 m (1 Marke)	<b>-6,9 m (3 Marken)</b>

Der Begriff „Strecken“ bezieht sich auf die seit 2015 verwendete Bestimmungsmethode der Längenänderungen an der Pasterze (siehe Kap. 2).

### *Höhenänderungen der Oberfläche der Pasterze*

Profillinie	Mittlere Höhe (Anzahl) der Punkte 2018	Änderung 2016/17	Änderung 2017/18
Seelandlinie (12.9.)	2161,2 m (6)	-5,5 m	<b>-5,2 m</b>
Burgstalllinie (12.9.)	2305,5 m (8)	-5,4 m	<b>-5,0 m</b>
Linie am Hohen Burgstall (11.9.)	2792,1 m (5)	-1,8 m	<b>-1,8 m</b>
Firnprofil (11.9.)	.	-1,3 m	.

Anmerkung: Die Anzahl der Punkte an der Linie am Hohen Burgstall wurde 2017 auf 5 erhöht. Das Fehlen von Daten am Firnprofil wird in Kap. 6 begründet.

Das Mittel des Einsinkens an allen 14 auf der Pasterzenzunge gemessenen Punkten (Seeland- und Burgstalllinie) betrug **5,1 m** gegenüber 5,4 m von 2016 auf 2017.

### *Jahreswege an den Steinlinien*

Profillinie	Mittel 2016/17	Max. 2016/17	Mittel 2017/18	Max. 2017/18
Seelandlinie (12.9.)	3,7 m (6 Steine)	6,6 m (Stein 6)	<b>2,9 m (5 Steine)</b>	<b>3,9 m (Stein 6)</b>
Burgstalllinie (12.9.)	8,2 m (7 Steine)	13,6 m (Stein 5)	<b>6,8 m (7 Steine)</b>	<b>8,9 m (Stein 5)</b>
Linie am Hohen Burgstall (11.9.)	1,1 m (3 Steine)	1,6 m (Stein 2)	<b>1,5 m (5 Steine)</b>	<b>1,9 m (Stein 20)</b>

## 1 Vorbemerkungen und Danksagungen

Die von uns geleiteten Gletschermessungen fanden zwischen 10. und 13.9.2018 unter Mitwirkung von Christian LIEB, Rupert SCHWARZL und Christian ZIESLER statt. Am 10.9. führte Gerhard HOHENWARTER sen. gemeinsam mit Christian ZIESLER die Längenmessungen am Freiwandkees durch. Am 11. und 12.9. wurden wir von den folgenden Studierenden im Rahmen einer von Gerhard K. LIEB geleiteten Hochgebirgs-Arbeitsexkursion des Instituts für Geographie und Raumforschung der Universität Graz unterstützt: Robert BALKO, Iris HANSCHKE, Christoph HEINZE, Hanna ROHRINGER, Felix SAUER, Philipp SARNITZ und Raphael TUBESSING. Allen genannten Personen sei herzlich für ihren vorbildlichen Einsatz gedankt. Unser Dank gebührt des Weiteren der Großglockner-Hochalpenstraßen-A.G., Salzburg, für die Ermäßigung der Straßenmaut, Beatrix und Peter REICHERT für die gastliche Aufnahme im Glocknerhaus, Wolfgang HACKEL von der Oberwalderhütte für die Gratis-Bewirtung, Konrad MARIACHER für die Fotos vom Pasterzensee und Herwig WAKONIGG für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

## 2 Anmerkungen zur Messmethodik

Die bei den Messungen 2018 verwendete Methodik ist dieselbe wie in den Vorjahren, wofür auf die übersichtliche Zusammenstellung im Kap. 2 des letzten Gletscherberichts verwiesen werden kann. Auch heuer erfolgte bei den DGPS-Messungen (Teile des Eisrandes der Pasterze, Fixpunkt im Vorfeld und Höhenbestimmung der Profilpunkte) die Korrektur der im Gelände gemessenen Einzelmessungen überwiegend mittels der in Echtzeit übertragenen Korrekturdaten des über das Handynetzz verfügbaren EPOSA (Echtzeit Positionierung Austria)-Dienstes.

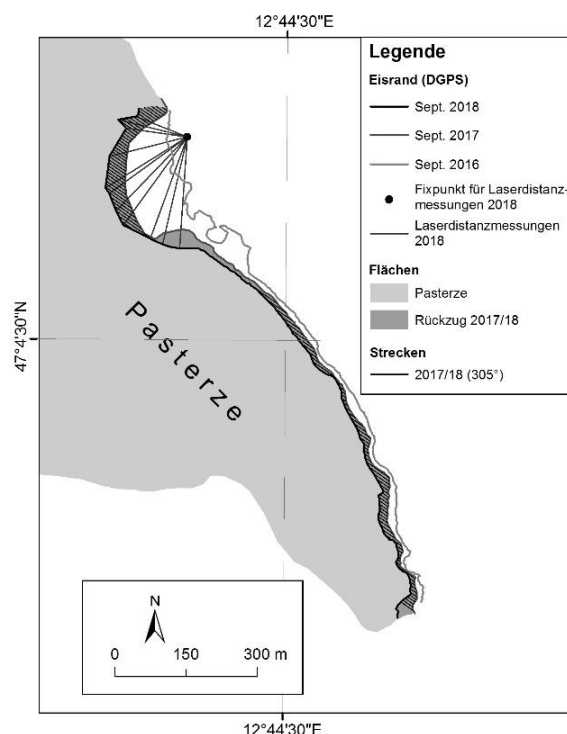


Abb. 1: Mit DGPS eingemessene Lagen der Stirn der Pasterze in den Jahren 2016-18, die zur Bestimmung der Längenänderung 2017/18 verwendeten Strecken sowie die zur Vermessung des Eisrandes im Zerfallsbereich der Stirn benutzte Messkonfiguration (Auswertung: A. KELLERER-PIRKLBAUER)

Details zur Bestimmung der *Längenänderung der Pasterze*: Seit 2015 sind die wichtigste Basis zur Bestimmung der Längenänderung die gemessenen Gletschergrenzen der beiden Bezugsjahre. Hierzu werden die Eisränder mittels DGPS direkt im Gelände vermessen, sofern diese

zugänglich sind. Wie schon im Vorjahr war dies nur in dem am weitesten talauswärts reichenden orographisch rechten Teil der (hier geschlossen mit Moräne bedeckten) Zunge der Pasterze der Fall. Im Gegensatz dazu war der Eisrand im Eiszerfallsbereich A (Abb. 2 und 3) erneut unzugänglich, weshalb hier wieder die im Vorjahr erstmals angewandte Behelfsmethode verwendet wurde (Einmessung des in Abb. 1 verzeichneten Fixpunktes im Gletschervorfeld mittels DGPS, Bestimmung der Himmelsrichtung zu 11 eindeutig identifizierbaren Eisrandpunkten mittels Bussole und Messung der Distanzen zu diesen mit einem Laserdistanzmessgerät der Marke Leica LAF 900 scan). Dieser kombinierte Vermessungsansatz ermöglichte erneut die Bestimmung der Gletscherabgrenzung über den gesamten Verlauf des Gletscherendes. In der zwischen den Gletschergrenzen von 2017 und 2018 liegenden Rückzugs-Fläche wurden Strecken mit demselben Azimut wie in den Vorjahren ( $305^\circ$ ) festgelegt, entlang derer die Rückzugsbeträge ermittelt wurden, die somit direkt mit jenen von 2016/17 vergleichbar sind. Die 2018 generell erschwerte Zugänglichkeit der Gletscherzunge wird in Kap. 4 erläutert.

### 3 Witterungsablauf und Schneeverhältnisse

Auf das frühe Ende des Haushaltsjahres 2016/17 im von mehreren Schneefallepisoden geprägten September 2017 folgten zwar längere antizyklonale Witterungsphasen im Oktober, jedoch wurden dabei nur mehr die allertiefsten Gletscherteile schneefrei. Im November und Dezember überwog frühwinterliche Witterung mit wiederholten Schneefallereignissen, woran sich auch im Hochwinter wenig änderte, auch wenn der Jänner 2018 zu mild ausfiel. Nach dem kalten und weiterhin schneereichen März stellte sich ab April überdurchschnittlich warme Witterung und langanhaltend antizyklonale Witterung ein, wodurch die Gletscherzunge der Pasterze bereits im Mai auf beachtlichen Flächen schneefrei wurde. Die Ausaperung der Gletscher setzte sich auch in der ersten Junihälfte dynamisch fort, bevor ab der letzten Junidekade bis Mitte Juli Schneefälle zumindest im 3000 m-Niveau jeweils für einige Tage die Ablation hemmten. In weiterer Folge blieb der Hochsommer deutlich zu warm und brachte kaum Schneefall (siehe unten). Dies änderte sich erst am 25./26.8., als ein Trogdurchgang mit Vorstoß polarer Luftmassen zum Aufbau einer kurzlebigen Schneedecke bis nahe zur Waldgrenze herab führte. Dies sollte für lange Zeit der letzte wirklich markante Wettersturz bleiben, denn September und Oktober zeichneten sich noch durch eher spätsommerlichen Witterungscharakter aus.

Für den Zeitraum von 1.6. bis 31.10.2018 führte Christian LIEB wieder in dankenswerter Weise eine statistische Auswertung der von der Webcam am Freiwandack verfügbaren Bilder ([www.foto-webcam.eu/webcam/freiwandack/](http://www.foto-webcam.eu/webcam/freiwandack/)) durch, sodass die Ausaperungssituation bzw. die Schneefallereignisse während des meteorologischen Sommers und bis in den Herbst hinein genau bekannt sind. Demnach zeigte sich im Detail das folgende Bild: Die Zunge der Pasterze war noch vor dem 10.6. zu mehr als der Hälfte ihrer Fläche ausgeapert, war dann durch zwei Schneefallereignisse zwischen 24. und 28.6. schneebedeckt und in der Folge durchgehend bis zum bereits erwähnten Wettersturz vom 25./26.8. aper. Die dabei gebildete Schneedecke war zwei Tage später wieder abgeschmolzen, und die Zunge blieb erneut bis zum 24.9. schneefrei. Es folgten zwei kurzlebige Schneedecken nach dem 24.9. und nach dem 1.10, bevor sich mit dem Schneefall vom 21.10. auf dem Großteil der Gletscherzunge die Winterschneedecke einstellte. In den Gletscherbereichen oberhalb des Hufeisenbruches bildeten sich nach dem 13.6., 24.6., 6.7., 22.7., 26.8., 1.9 und 24.9. jeweils kurzlebige Schneedecken aus, die Winterschneedecke stellte sich im 2800 m-Niveau und darüber spätestens ab der Monatswende vom September zum Oktober ein. Die Ausaperung dürfte zwar bereits am 25.8. ihr Maximum erreicht haben, war jedoch am 23.9. nur wenig geringer. Diesen Beobachtungen zufolge kann das Ende

des Haushaltsjahres an der Pasterze mit großer Wahrscheinlichkeit auf Ende September festgelegt werden.

Die aus den Webcam-Bildern erkennbare maximale hochsommerliche Ausaperung bewirkte eine dem Vorjahr ähnliche maximale Höhenlage der Altschneelinie von im Mittel kaum unter 3100 m. Insgesamt wurde der relative Schneereichtum des Winters vor allem durch fünf in kontinuierlicher Folge heiße Hochsommerwochen zwischen Mitte Juli und der letzten Augustdekade kompensiert.

Die Durchführung der heurigen Messkampagne wurde durch ideale Witterung sehr erleichtert: Bereits beim Eintreffen des Teams am 10.9. herrschten antizyklonale Bedingungen, die bis zum 12.9. anhielten. Erst am 13.9., den wir für forschungsbezogene Tätigkeiten abseits der vom Alpenverein beauftragten Gletschermessungen nutzten (u. a. die in Kap. 8 geschilderte Bergung von Rinderknochen am Schwerteckkees), kam es zur Labilisierung und einzelnen Regenschauern am Nachmittag, wobei das Temperaturniveau aber durchgehend relativ hoch blieb. Der Besuch aller Fotopunkte erfolgte am 10. und 11.9., die Arbeiten an der Pasterzenzunge am 10. und 12.9. sowie alle Messungen im Umkreis von Wasserfallwinkelkees und Oberwalderhütte am 11.9.

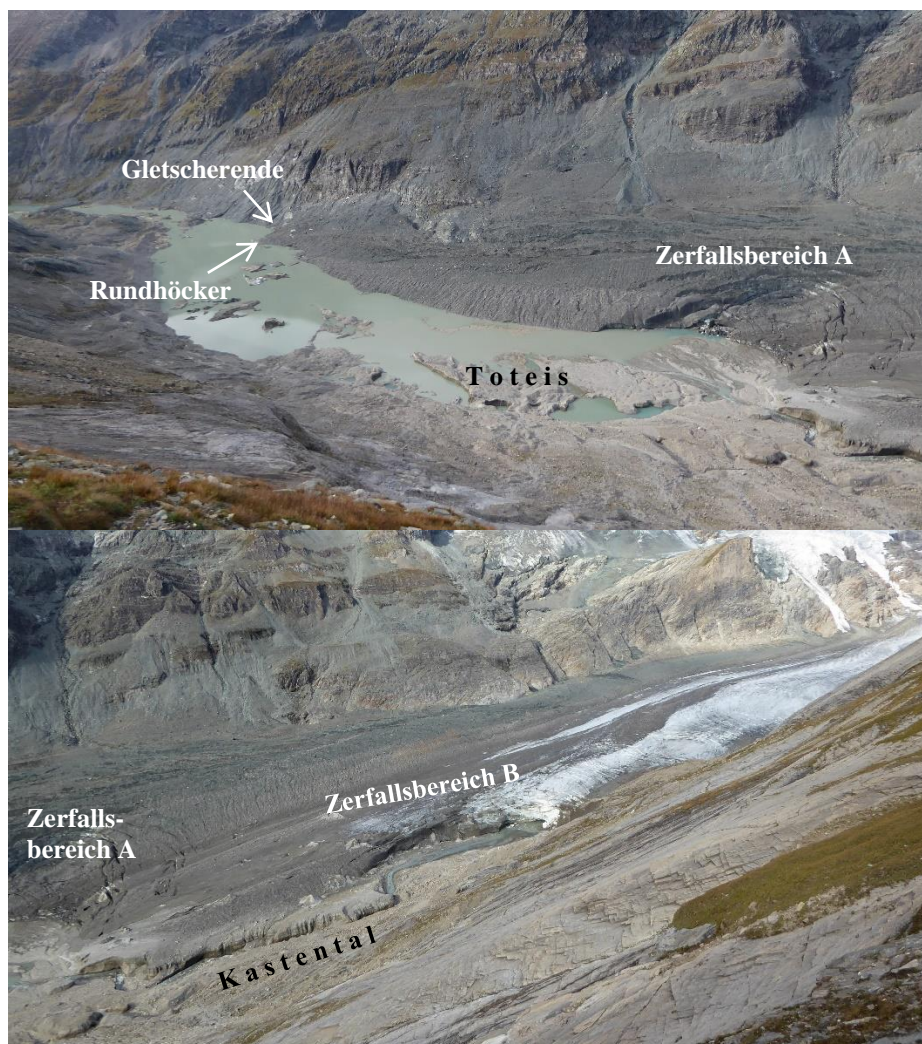


Abb. 2: Gletscherstirn und -rand des moränenbedeckten (oberes Bild) und des moränenarmen Teils der Pasterzenzunge (unteres Bild) mit massiven Zerfallserscheinungen; zu den Eintragungen siehe Text (Blick vom Gamsgrubenweg oben nach SW, unten nach W; Fotos: G. K. LIEB, 11.9.2018).

#### 4 Physiognomische Beobachtungen an den Gletschern und ihrem Umfeld

Die Gletscherstirn der Pasterze wird weiterhin von flächenhaftem Eiszerfall geprägt, von dem im „Zerfallsbereich A“ auch zunehmend der moränenbedeckte Gletscherteil erfasst wird (Abb. 2 oben). Am moränenarmen Teil (Abb. 2 unten) hat sich die Konfiguration des Eisrandes – mit dem seit 2015 den orographisch linken Eisrand begleitenden Kastental – wenig verändert. Sehr eindrucksvoll war die mächtige, heuer von einem seichten See erfüllte Hohlform am Rand des „Zerfallsbereichs B“, wo sich die Hauptaustrittsstelle des Gletscherbaches befand. Dieser nimmt unmittelbar nach seinem Ursprung von links einen Bach auf, der etwa 100 Höhenmeter oberhalb am Hang entspringt und eine so große Schüttung hat, dass er trotz starker Verzweigungen nur schwer überschreitbar war. Es handelt sich dabei um eine an ein Kluftsystem im penninischen Kalkglimmerschiefer gebundene Quelle, die wohl als Karstquelle zu deuten ist, deren unterirdisches Einzugsgebiet offenbar das Massiv des Fuscherkarkopfes und die Gamsgrube, eventuell auch Teile des Wasserfallwinkels, umfasst (Abb. 3). Das Eisfreiwerden dieser Quelle dürfte zwischen 2003 und 2006 erfolgt sein.



Abb. 3: Zerfallsbereich B (vgl. Abb. 2 unten) mit dem Austritt des Gletscherbaches rechts der Bildmitte und dem von rechts herabfließenden, aus einer Karstquelle entspringenden Bach; Blick vom neuen Weg zur ehem. Hofmannshütte nach SW (Foto: G. K. LIEB, 10.9.2018)

Warum dieser Bach von einigen Personen des Teams überquert werden musste, lag an der im heurigen Jahr besonders schwierigen Zugänglichkeit der Gletscherzunge, die an der gesamten linken Seite vom Gletscherbach bzw. im vorderen (südöstlichen) Teil vom Pasterzensee begrenzt war, welche beide nicht überquerbar waren. Als Alternativen standen ein von der Bergrettung horizontal über den Bach gespanntes Rettungs-Drahtseil (nahe dem unteren Ende des Zerfallsbereichs B), der Anstieg über die steilen Rutschflächen am rechten Bildrand von Abb. 3 oder der Umweg über die heuer erstmals wieder seit einigen Jahren begehbare Verbindung vom Sandersee zum moränenbedeckten Gletscherteil (orographisch ganz rechts) zur Verfügung. Für die Einmessung des Eisrandes (10.9.) und die Messung der drei Profillinien auf der Gletscherzunge (12.9.) wurde jeweils die zweite Variante für den Hin- und die dritte für den Rückweg genutzt.

Wie Abb. 2 zu erkennen gibt, kann die Sinnhaftigkeit der „traditionellen“ Differenzierung zwischen moränenarmem und moränenbedecktem Gletscherteil im stirnnahen Bereich der Pasterzenzunge mittlerweile in Frage gestellt werden, weil die gesamte Gletscherstirn nunmehr von schuttbedecktem Gletschereis gebildet wird und geschlossene Blankeisareale erst oberhalb

des Zerfallsbereichs B auftreten. Da aber die Schuttbedeckung nur im orographisch rechten Teil jene Geschlossenheit und Mächtigkeit (im Bereich von mehreren Zentimetern) erreicht, die für das darunter liegende Eis eine signifikante Reduktion der Ablation bewirkt, wird die Differenzierung in moränenarm und -bedeckt für die Angabe der Rückzugsbeträge (Tab. 1) beibehalten.

Die Gesamtsituation wird in Abb. 4 in Form einer Übersichtsskizze dargestellt, worin im Vergleich mit der entsprechenden Darstellung im Vorjahresbericht (auch dort Abb. 4) erkennbar ist, dass die Veränderungen relativ gering waren. Sie bestanden im Wesentlichen darin, dass sich in der Hohlform unter dem Zerfallsbereich B – nicht zuletzt aufgrund des hohen Wasserangebotes in Folge der starken Ablation während der heurigen Messkampagne – ein See gebildet hatte und dass der Hauptschmelzbach unterhalb des Kastentales nicht in inversen Gletschertoren noch einmal verschwand, sondern direkt in den vorgelagerten „Pasterzensee“ mündete. Diese Bezeichnung wird nunmehr für die große zusammenhängende Wasserfläche verwendet, die seit dem Vorjahr auch wirklich das Erscheinungsbild *eines* Sees hat (Kap. 8).

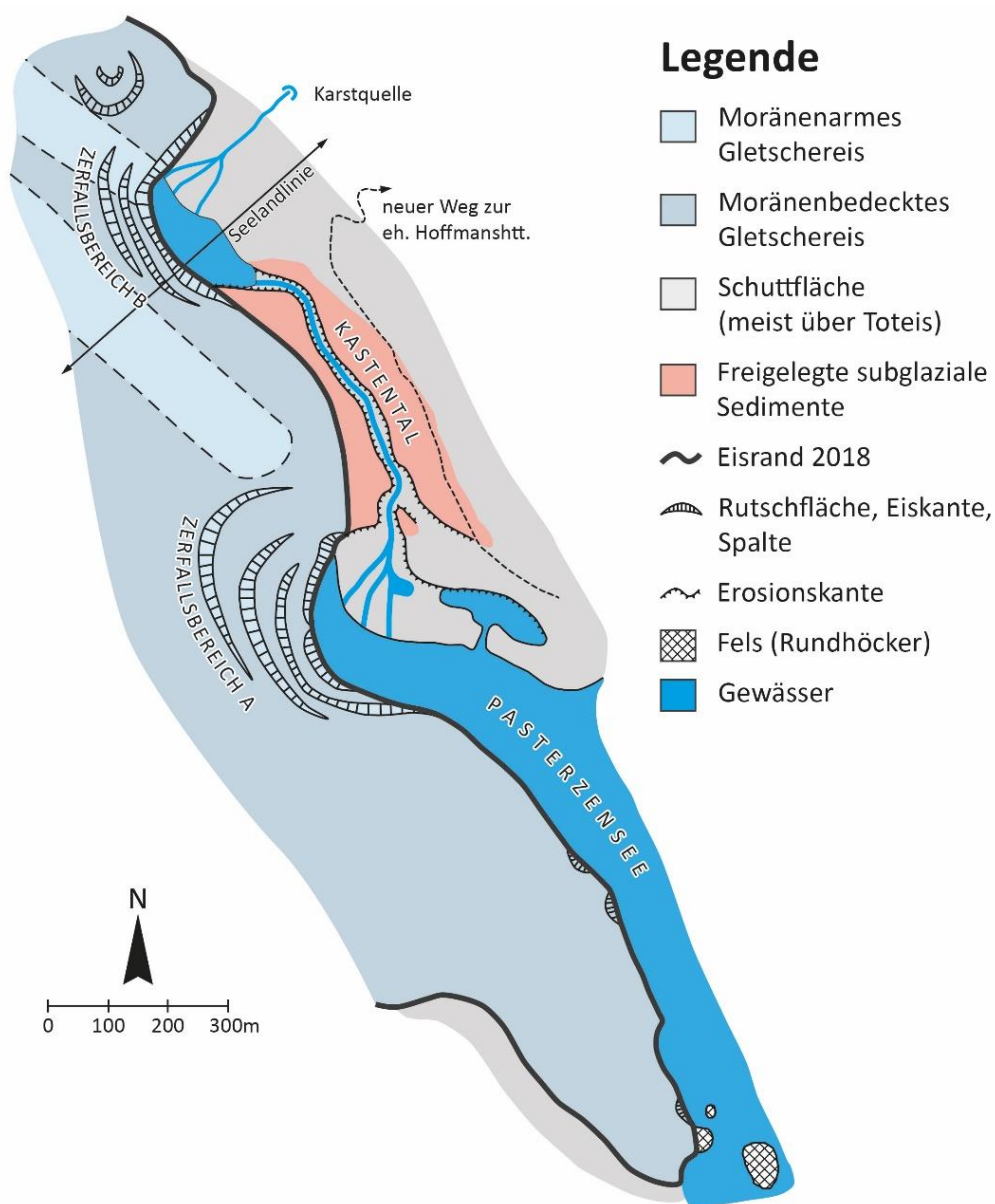


Abb. 4: Skizze zur topographischen Situation an der Stirn der Pasterze im September 2018 (eigener Entwurf; Zeichnung: C. ZIESLER), Erläuterungen im Text

Die Vergrößerung der Aperstellen im „Hufeisenbruch“ gegenüber dem Vorjahr ist erneut geringfügig fortgeschritten, wie man dem Fotovergleich entnehmen kann. Insbesondere sind die beiden Zuflüsse aus dem Schneewinkel nur mehr ganz schmal – beim nordwestlichen (also dem weiter gletschereinwärts gelegenen) könnte die Verbindung möglicherweise bereits abgerissen sein, doch konnte dies aufgrund der Überdeckung der möglichen Kontaktstelle durch Ablagerungen von Eislawinen nicht sicher festgestellt werden.

Die im Vorjahresbericht beschriebene Felssturzdynamik in der zum Wasserfallwinkelkees abdachenden Felsflanke des Hohen Burgstalls, die dort den Zustieg zur Oberwalderhütte zu einem beträchtlichen Teil zerstört hatte, ist vorerst zur Ruhe gekommen. Im Sommer 2018 erfolgte durch das für das Gebiet zuständige Wegmacher-Team die Neuanlage des Weges als versicherter Steig (Abb. 5). Ein solcher wurde vom selben Team auch als Verbindung vom Gletschervorfeld der Pasterze zur ehemaligen Hofmannshütte errichtet: Dieser folgt im oberen Teil der Trasse des schon seit Jahrzehnten bestehenden Zugangs von der Hofmannshütte zur Pasterze (der dem Grazer Messteam über rund vier Jahrzehnte als Zugang zum Fixpunkt der Seelandlinie bzw. von dort weiter auf den Gletscher gedient hatte) und ermöglicht nun eine landschaftlich attraktive Tour vom Pasterzensee, vorbei am Kastental, am Zerfallsbereich B und an der ehemaligen Hofmannshütte zum Gamsgrubenweg.



Abb. 5: Ein Abschnitt des im Sommer 2018 in Reaktion auf die Felsstürze vom Sommer 2017 neu angelegten Hüttenwegs zur Oberwalderhütte auf dem Hohen Burgstall (Foto: G. K. LIEB, 11.9.2018).

## 5 Die Längenmessungen an der Pasterze und den benachbarten Gletschern

Die Bestimmung der Längenänderungen erfolgte an Freiwand- und Wasserfallwinkelkees nach der „klassischen“ Methode (Maßbandmessung in definierter Richtung von fixen Marken aus), an der Pasterze nach dem in Kap. 2 erklärten Verfahren. Alle Längenangaben erfolgen in Metern, negative Vorzeichen stehen für Gletscherrückzug, die Richtungen sind in rechtsweisenden Altgraden angegeben. Messwerte in Klammern bleiben bei der Mittelbildung unberücksichtigt.

### Pasterze (Messung am 10. und 12.9.2018)

Gletscherteil	moränenarm	moränenbedeckt	gesamte Stirn
<b>Rückzug 2017/2018</b>	<b>-35,3 (32 Strecken)</b>	<b>-30,5 (75 Strecken)</b>	<b>-31,9 (107 Strecken)</b>
Rückzug 2016/2017	-132,1 (32 Strecken)	-28,2 (68 Strecken)	-61,5 (100 Strecken)

Tab. 1: Mittelwerte der Längenänderung der Pasterze (Richtung der Strecken 305°)

Die DGPS-Messung des Eisrandes am moränenbedeckten Teil erfolgte am 10.9., die Laser-Distanzmessungen vom Hilfsfixpunkt am 12.9.2018 (vgl. Kap. 2).

### Wasserfallwinkelkees (Messung am 11.9.2018)

Marke	I/15	II/15	III/15	Mittel
Richtung	0	345	350	
<b>Distanz 2018</b>	<b>72,2</b>	<b>62,4</b>	<b>102,8</b>	
Distanz 2017	61,0	56,7	77,9	
<b>Differenz 17/18</b>	<b>-11,2</b>	<b>-5,7</b>	<b>-24,9</b>	<b>-13,9</b>

Tab. 2: Messdaten der Längenänderungen am Wasserfallwinkelkees

Der Rückgang des Wasserfallwinkelkeeses (Abb. 6) hat sich gegenüber dem Vorjahr (-12,5 m) etwas verstärkt. Wegen der groß gewordenen Messdistanzen wurden alle Punkte neu angelegt, aber nur bei Punkt I auch die Messrichtung verändert – die Distanzen der neuen Punkte zum Eisrand waren bei I/18 (345°) 21,4 m, bei II/18 7,5 m und bei III/18 42,7 m.

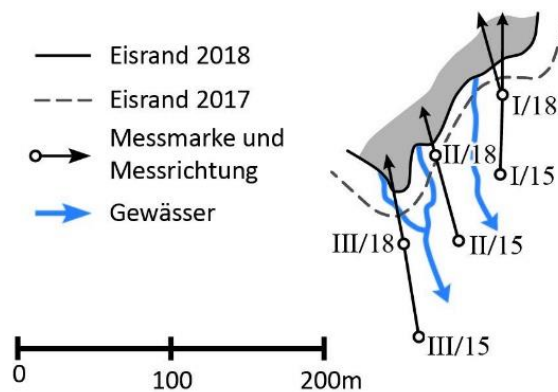


Abb. 6: Skizze zur topographischen Situation und Lage der Messmarken an der Stirn des Wasserfallwinkelkeeses 2018 (eigener Entwurf; Zeichnung: C. ZIESLER)

### Freiwandkees (Messung am 10.9.2018)

Marke	C 17	D 17	E 17	Mittel
Richtung	309	304	298	
<b>Distanz 2018</b>	<b>13,6</b>	<b>19,7</b>	<b>10,1</b>	
Distanz 2017	9,0	9,2	4,6	
<b>Differenz 17/18</b>	<b>-4,6</b>	<b>-10,5</b>	<b>-5,5</b>	<b>-6,9</b>

Tab. 3: Messdaten der Längenänderungen am Freiwandkees

Die Messung erfolgte von den im Vorjahr neu angelegten Marken und hatte – nach dem Ausnahmewert vom letzten Jahr (-89,1 m) – einen Betrag, der für einen Gletscher dieser Größe in einem „normal“ negativen Haushaltsjahr wie dem gegenständlichen zu erwarten ist. Die Messung von der Marke C 17 ist nur mehr gegen eine seitliche Auslappung der Gletscherstirn gerichtet und wird daher im kommenden Jahr voraussichtlich aufgelassen werden (Abb. 7 und 8). Im Nahbereich des kleinen Vorfeldsees (und der bis 2017 in Gebrauch stehenden Messmarken) wurde ein neuer, der aktuellen Gletscherstirn näher liegender Fotopunkt (F13, ca. 2720 m) eingerichtet, dessen Lage in Abb. 7 erkennbar ist.



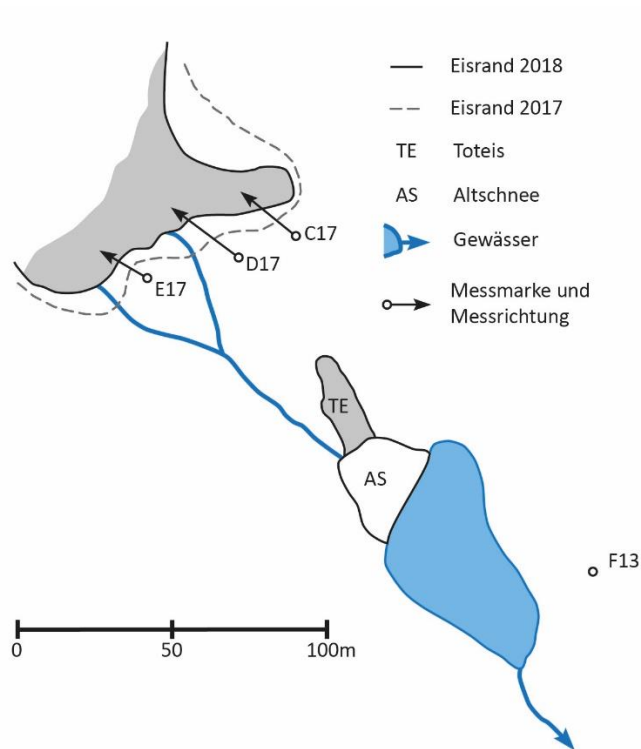


Abb. 7: Skizze zur topographischen Situation und Lage der Messmarken an der Stirn des Freiwandkeeses 2018 (Entwurf: G. HOHENWARTER; Zeichnung: C. ZIESLER)



Abb. 8: Lage der Marken am Freiwandkees im Blick von SE zur Gletscherstirn (Foto: G. HOHENWARTER, 10.9.2018)

## 6 Höhenänderungen an den Profilen

Für die gesamte Gletscherzunge errechnet sich der **Einsinkbetrag** als Mittel aus 14 Punkten (6 an der Seeland- und 8 an der Burgstalllinie) zu **5,1 m** (gegenüber 5,4 m von 2016 auf 2017, berechnet aus denselben 14 Punkten). Dies entspricht unter der Annahme der Gültigkeit für die 3,4 km<sup>2</sup> große Fläche der Zunge der Pasterze (Stand 2012) einem Volumen von 17,3 Millionen m<sup>3</sup> Eis (15,6 Millionen m<sup>3</sup> Wasser). Der Einsinkbetrag hat sich gegenüber dem Vorjahr etwas verringert. Alle Angaben erfolgen in Metern, die in den Tabellen 4 bis 6 angegebenen Distanzen beziehen sich auf jene Fixpunkte, von denen aus bis 2014 die tachymetrischen Messungen der Profile erfolgten.

### Seelandlinie (Messung am 12.9.2018)

Punkt	8	7	6	5	4	3
Distanz	500	600	700	800	900	1000
Höhe	2130,49	2133,87	2148,13	2176,17	2190,18	2188,37
Änderg. 2017/18	-8,56	-6,73	-5,63	-3,77	-2,72	-3,67

Tab. 4: Profilmessungen an der Seelandlinie (mittl. Höhe der Messpunkte: 2161,20 m)

Das **Mittel des Einsinkens** wurde aus allen sechs Punkten (3-8) errechnet und betrug **5,2 m** gegenüber 5,5 m von 2016 auf 2017 (Mittel aus denselben 6 Punkten). Die Punkte 3 bis 5 lagen auf Obermoräne mit Mächtigkeiten im cm- bis dm-Bereich, die Punkte 6 und 7 auf dünnerer Moränenbedeckung und der Punkt 8 auf Blankeis des moränenarmen Gletscherteils.

### Wasserfalllinie (Neuanlage und Messung am 12.9.2018)

Zwischen der Seelandlinie und der Burgstalllinie wurde ein neues Profil angelegt, dessen Name sich vom oberhalb befindlichen Wasserfallwinkel ableitet, aus dem in diesem Bereich auch drei Wasserfälle herabstürzen (darunter der Hauptschmelzbach des Wasserfallwinkelkeeses). Entlang dieses Profils wurden 13 neue Punkte (Bezeichnung WFL 15 bis WFL 03) mit einem konstanten Abstand von jeweils 50 m mittels DGPS eingemessen. Der Punkt WFL 03 liegt nahe dem orographisch linken Rand der Gletscherzunge, WFL 15 nahe dem rechten, die mittlere Höhe der 13 Punkte betrug 2217,05 m. Da für das heurige Jahr noch keine Werte der Höhenänderung vorliegen, wird auf die Angabe der Höhen der Einzelpunkte verzichtet.

### Burgstalllinie (Messung am 12.9.2018)

Punkt	2	3	4	5
Distanz	200	300	400	500
Höhe	2325,17	2300,85	2304,09	2305,95
Änderung 17/18	-0,82	-4,94	-6,40	-6,07

Punkt	6	7	8	9
Distanz	600	700	800	900
Höhe	2301,96	2295,44	2303,11	2310,20
Änderung 17/18	-6,63	-5,97	-5,46	-3,44

Tab. 5: Profilmessungen an der Burgstalllinie (mittl. Höhe der Messpunkte: 2305,85 m)

Das Mittel des Einsinkens wurde wie im Vorjahr aus allen acht Punkten (2-9) errechnet und betrug **5,0 m** gegenüber 5,4 m von 2016 auf 2017. Der linke Eisrand war wie in den vorangegangenen Jahren im Kontakt zu randlichem, schuttbedecktem Toteis sehr undeutlich und wird nahe Punkt 2, der selbst auf einem supraglazialen Schuttkegel lag, vermutet. Punkt 3 lag im Bereich einer dünnen Schuttdecke 11,3 m vom Blankeis entfernt, worauf sich die Punkte 4 und 5 befanden. Bei den Punkten 6 und 7 waren eine Moränenstreu (nicht geschlossene Schuttdecke) sowie bei 8 und 9 eine geschlossene Moränenbedeckung anzutreffen.

### Linie am Hohen Burgstall (Messung am 11.9.2018)

Punkt	1	2	3	4	5
Bezeichnung	10	15	20	25	30
Distanz	100	150	200	250	300
Höhe	2789,01	2784,52	2787,80	2794,72	2804,34
Änderung 2016/17	-2,14	-2,38	-1,88	-1,84	-0,98

Tab. 6: Profilmessungen an der Linie am Hohen Burgstall (mittl. Höhe der Messpunkte: 2792,08 m)

Das Mittel des Einsinkens wurde aus allen fünf Punkten errechnet und betrug **1,8 m**. Das ist derselbe Einsinkbetrag wie im Vorjahr, der jedoch nur aus drei Einzelwerten errechnet worden war. Alle Punkte lagen auf Blankeis.

### Firnprofil (Messung am 11.9.2018)

Im Zuge der Messungen am Firnprofil traten leider nicht zu behebende Probleme mit dem DGPS-Gerät auf. Es wurden zwar wiederum – wie im Jahr davor – die Punkte 1 bis 8 vermessen, es stellte sich aber heraus, dass die ermittelten Ergebnisse unglaublich hohe Einsinkbeträge (im Verhältnis zu den anderen Profilen) zeigten. Versuche, die eigenen Messdaten mit unabhängigen Messdaten durch Vergleichsanalysen zu korrigieren (Vergleichsmessungen auf stabilem Terrain am Mittleren Burgstall; Abgleich mit Ablationspegel-Koordinaten des Messnetzes der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik – freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Anton NEUREITER), erbrachten leider nicht die gewünschten Ergebnisse. Aufgrund dieser Tatsache können für das Firnprofil für das Messjahr 2017/18 keine quantitativen Werte präsentiert werden. Festzuhalten ist aber, dass – aufgrund von Analogieschlüssen mit der Linie am Hohen Burgstall – mit einer ähnlichen mittleren Höhenänderung wie im Vorjahr (-1,3 m) zu rechnen ist. Alle 8 Punkte lagen auf Blankeis.

## 7 Bewegungsmessungen an den Steinreihen

Alle Angaben erfolgen in Metern, die jeweiligen Maxima sind *kursiv* gesetzt, Werte in Klammern bleiben bei der Mittelbildung unberücksichtigt.

### Seelandlinie (Messung am 12.9.2018)

Stein	8	7	6	5	4	3	<b>Mittel</b>
Weg 17/18	2,6	3,7	3,9	(5,0)	2,1	2,3	<b>2,9</b>

Tab. 7: Bewegung der Steine an der Seelandlinie

Für die Mittelbildung standen die Werte von nur fünf Steine zur Verfügung, weil bei Stein 5 nur die Distanz zum Stein von 2016 gemessen werden konnte. Das Bewegungsmittel hat sich gegenüber dem Vorjahr (3,7 m; Mittel aus 6 Steinen) deutlich verringert.

### Wasserfalllinie (Neuanlage am 12.9.2018)

An allen neu angelegten 13 Punkten dieser Linie (Kap. 6) wurden Steine hinterlegt, für die im nächsten Bericht erstmals Bewegungsbeträge mitgeteilt werden können.

### Burgstalllinie (Messung am 12.9.2018)

Stein	2	3	4	5	
Weg 2017/18	4,8	.	8,5	8,9	
Stein	6	7	8	9	<b>Mittel</b>
Weg 2017/18	8,3	8,3	4,6	4,0	<b>6,8</b>

Tab. 8: Bewegung der Steine an der Burgstalllinie

Für die Mittelbildung standen die Werte von sieben Steinen zur Verfügung, der Stein 3 war wie schon im Vorjahr nicht auffindbar. Das Bewegungsmittel hat sich gegenüber dem Vorjahr (8,2 m; Mittel aus denselben sieben Steinen) sehr deutlich verringert.

### Linie am Hohen Burgstall (Messung am 11.9.2018)

Stein	10	15	20	25	30	<b>Mittel</b>
Weg 17/18	1,6	1,7	1,9	1,4	1,0	<b>1,5</b>

Tab. 9: Bewegung der Steine an der Linie am Hohen Burgstall

Das Mittel wurde aus den Bewegungswerten aller fünf Steine gerechnet und hat sich gegenüber dem im Vorjahr mitgeteilten Wert von 1,1 m (berechnet aus den Werten der drei Steine 10, 20 und 30) erhöht.

## 8 Ergänzende Beobachtungen und Aktivitäten

### Der Pasterzensee

Der Rückzug der Pasterze gibt seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts glazial übertiefte Senken frei, in denen sich Seen bilden konnten, denen eine jeweils sehr rasche Verlandung durch starken Sedimenteintrag gemeinsam ist. Zwischen 1872/73 und etwa 1900 wurde jene Senke frei, die in den 1950er Jahren zum Margaritzensee aufgestaut wurde, 1958/59 begann sich der Sandersee zu bilden, und ab der zweiten Hälfte der 1990er Jahre traten größere Wasserflächen taleinwärts von jener Felsschwelle auf, die den Sandersee im NW begrenzt. Diese Wasserflächen hatten bis in die 2000er Jahre hinein visuell nicht wirklich den Charakter eines Sees, sondern eher einer amphibischen Landschaft mit einem chaotischen und sowohl räumlich als auch zeitlich hoch variablen Muster von offenen Wasserstellen, Toteisbereichen und Sedi-mentflächen. Erst seit etwa eineinhalb Jahrzehnten liegt eine nennenswerte Wasserfläche vor, die auch von Touristinnen und Touristen als See wahrgenommen wird. Dies war auch der Hintergrund dafür, dass die Großglockner Bergbahnen A. G. die beiden Autoren dieses Berichts im Herbst 2017 beauftragte, eine Schautafel mit der Entstehung des „Pasterzensees“ zu gestalten. Obwohl wir diese im Frühling 2018 ordnungsgemäß fertiggestellt hatten, war sie bei der Messkampagne noch nicht aufgestellt. Die Grundlage für die Rekonstruktion der Seeumrisse in verschiedenen Jahren bildeten die von Michael AVIAN jährlich durchgeführten Laserscan-Aufnahmen des Stirnbereichs der Pasterze sowie unsere eigenen GPS-gestützten Kartierungen des Eisrandes. Abb. 9 zeigt die gegenwärtige Ausdehnung des Sees, dessen Fläche bis zur Biegung in den Sandersee-Bereich ca. 35 ha umfasst.

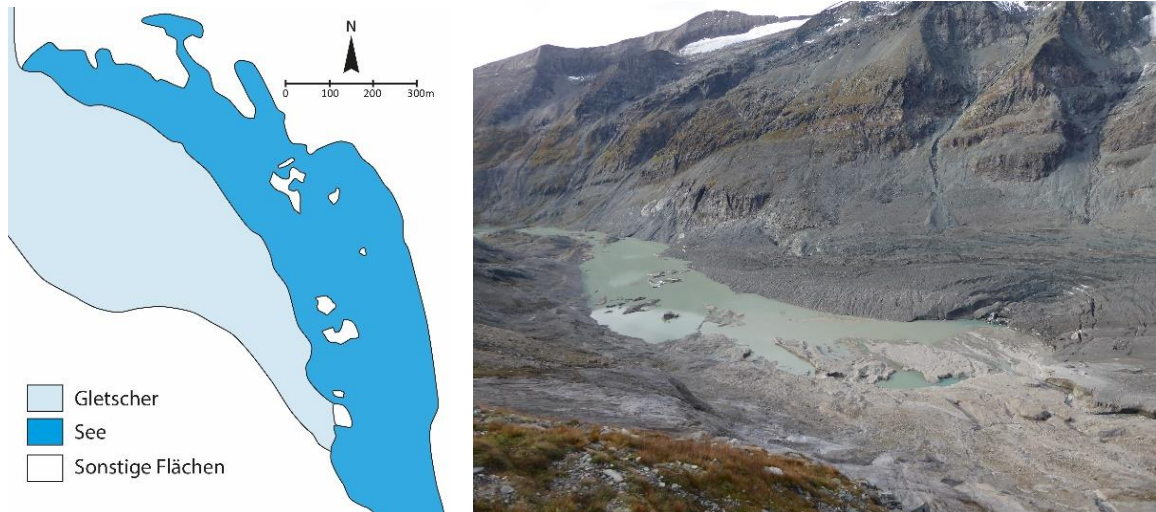


Abb. 9: Der Pasterzensee 2018. Links beruhend auf der Erstauswertung von am 13.9.2018 erhobenen TLS-Daten (in dankenswerter Weise von M. AVIAN zur Verfügung gestellt, Zeichnung: C. ZIESLER); rechts im Blick vom Gamsgrubenweg in Richtung S (Foto: G. K. LIEB, 11.9.2018)

Seit Herbst 2016 ist der See immer wieder Schauplatz von interessanten Ereignissen, bei denen sich in jeweils sehr kurzer Zeit abrupte Veränderungen der den Seespiegel überragenden und somit Inseln im See bildenden Toteisblöcke ergeben. Diese Ereignisse lassen sich in den Webcam-Bildern der Panomaxkamera „Großglockner – Kaiser-Franz-Josefs-Höhe“ gut nachvollziehen. Eines der bisher spektakulärsten Ereignisse fand am 20.9.2016 statt (KELLERER-PIRKLBAUER et al. 2017). Auch zwischen August und Oktober 2018 gab es mehrere solcher Ereignisse (Abb. 10). Vom Prozess her handelt es sich bei kleineren Ereignissen vor allem um Kippbewegungen von Eisbergen. Bei größeren Ereignissen kommt es zu relativ abrupter Loslösung und zum – durch Dichteunterschiede bedingten – Aufschwimmen (teils ebenfalls mit Kippung) von Eisbergen, die sich aus der eisreichen Sohle des Sees lösen. Seit September 2018 leitet A. KELLERER-PIRKLBAUER ein vom Glockner-Öko-Fonds gefördertes Forschungsprojekt mit dem Ziel, Toteisvorkommen im Gletschervorfeld zu quantifizieren und deren Entwicklung zu beobachten. Die Quantifizierung des schuttbedeckten Toteises wird dabei mit geophysikalischen Verfahren durchgeführt (SEIER et al. 2017)



Abb. 10: Bildfolge einer komplexen Eishebungsphase am 26.9.2018 – zu beachten sind die jeweils mit gleichen Pfeilen markierten Eisberge, die in beiden Fotos zu sehen sind. Foto links aufgenommen am 26.9.2018 um 13.30 h, Foto rechts am 27.9. um 10.40 h (Fotos: K. MARIACHER)

## Der Gipfelgrat des Mittleren Bärenkopfs

Am 11.9.2018 bestieg G. K. LIEB im Rahmen der Arbeiten im Umkreis von Oberwalderhütte und Wasserfallwinkelkees gemeinsam mit den an der Messkampagne teilnehmenden Studierenden den Mittleren Bärenkopf auf dessen von der Oberwalderhütte gerade nach N ziehendem (technisch einfachem) Normalweg. Bei der Ersteigung wird traditionell nicht nur der höchste Punkt (Südgipfel, 3359 m) betreten, sondern auch die Grat-Überschreitung über die Eiswandscharte hinweg auf den Nordgipfel (3358 m) unternommen, weil nur dieser den eindrucksvollen Tiefblick auf die Stauseen der Kraftwerksgruppe Kaprun vermittelt. Dieser Grat hat sich seit 1985, dem Jahr von LIEBs erstem Besuch, massiv verändert, was in Abb. 11 visualisiert wird. Es handelt sich hierbei um ein gutes Beispiel dafür, dass die Veränderungen der Gletscher keineswegs nur in deren tieferen Bereichen und an den Gletscherstirnen, sondern auch in den höchsten Lagen markant sind.



Abb. 11: Der Gipfelgrat des Mittleren Bärenkopfes zu verschiedenen Terminen zwischen 1985 und 2018; Blick vom Nord- über den Südgipfel in Richtung SSW zum Großglockner. (Fotos: G. K. LIEB; nur 20.9.2007: P. HADLER; Bildbearbeitung: I. HANSCHKE)

## Bergung von Knochen eines Hausrindes am östlichen Schwerteckkees

Am 17.9.2011 fanden G. SCHILD und V. PEßENTHEINER (Saalfelden) beim Aufstieg vom Margaritensee zum Schwerteck Schädelknochen und einen Unterkiefer eines Tieres am Gletscher- rand des östlichen Schwerteckkeeses. Die beiden Finder verständigten hierüber H. SLUPETZKY (Salzburg), der die Bestimmung der Tiergattung anhand zweier Dokumentarfotos durch G. TICHY (Salzburg) veranlasste. Demnach handelte es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um das Jungtier eines Hausrindes (*Bos primigenius taurus*), das nicht früher als im Mittelalter gelebt haben dürfte. Auf Empfehlung bzw. Ersuchen von H. SLUPETZKY erfolgte am 13.9.2018 dessen Bergung durch G. K. LIEB und R. SCHWARZL. Zu diesem Zweck war der weglose Aufstieg vom Sattel beim Elisabethfelsen, über den der Gletscherweg Pasterze hinwegführt, zu den beiden noch existierenden Schwerteckkeesen notwendig, wobei auch die dortigen (peri)glazialmorphologischen Gegebenheiten aus der Nähe betrachtet werden konnten.

Die Wiederauffindung der Knochen aufgrund der Angaben der Erstfinderin und des Erstfinders gelang R. SCHWARZL, die Freilegung und Sichtung der Knochen aufgrund einer Nachgrabung

in einer kleinen Schutthalde nahe dem Fundort wurde gemeinsam durchgeführt und schließlich eine Auswahl der Funde (darunter der Schädel des Tieres, Teile des Unterkiefers sowie Fellreste) geborgen und am Institut für Geographie und Raumforschung der Universität Graz deponiert, wo auch ein detaillierter Fundbericht aufliegt. Abb. 12 zeigt die Lage des Fundortes und die getätigten Funde. Die Bergung erfolgte vor dem Hintergrund, dass aus dem Fund möglicherweise Rückschlüsse auf die Klima- bzw. Gletschergeschichte abgeleitet werden könnten. Allerdings sprechen der Erhaltungszustand der Knochen und die Fundsituation dafür, dass das Tier nur wenige Jahre bis Jahrzehnte vor dem Erstfund zu Tode kam. Weitere Untersuchungen zur Klärung der Altersfrage und der Todesursache waren zum Zeitpunkt der Berichtslegung erst eingeleitet, weshalb noch keine Ergebnisse vorliegen.



Abb. 12: Blick von K. 2713 der Alpenvereinskarte nach WSW auf das östl. Schwerteckkees und den Schwertkopf, im Kreis der Fundort (links), und Gesamtüberblick der Funde, von denen nur ein repräsentativer Teil geborgen wurde (rechts) (Fotos: G. K. LIEB, 13.9.2018).

### Literatur

KELLERER-PIRKLBAUER A., AVIAN M., HIRSCHMANN S., LIEB G. K., SEIER G., SULZER W., WAKONIGG H. (2017): Sudden disintegration of ice in the glacial-proglacial transition zone of the largest glacier in Austria. *Geophysical Research Abstracts* 19: EGU2017-12069.

SEIER G., KELLERER-PIRKLBAUER A., WECHT M., HIRSCHMANN S., KAUFMANN V., LIEB G. K., SULZER W. (2017): UAS-Based Change Detection of the Glacial and Proglacial Transition Zone at Pasterze Glacier, Austria. *Remote Sensing*. 9(6),549. 2017. 1-19. doi:10.3390/rs9060549

#### *Anschrift der Verfasser:*

Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Gerhard Karl LIEB

E-mail: [gerhard.lieb@uni-graz.at](mailto:gerhard.lieb@uni-graz.at)

MMag. Dr. Andreas KELLERER-PIRKLBAUER

E-mail: [andreas.kellerer@uni-graz.at](mailto:andreas.kellerer@uni-graz.at)

Institut für Geographie und Raumforschung der Universität Graz

Heinrichstraße 36, A-8010 Graz

Internet: <http://geographie.uni-graz.at>

## Bildanhang 2018

Eine Übersicht zur Lage der Fotopunkte findet sich auf <http://geographie.uni-graz.at/pasterze>.



Blick v. Fotopunkt F1 (ca. 2185 m)  
nach SW auf die Stirn der Pasterze (10.9.)



Blick v. Fotopunkt F1 (ca. 2185 m)  
nach W auf die Pasterzenzunge (10.9.)



Blick v. Fotopunkt F2 (ca. 2140 m)  
nach NW zur Stirn der Pasterze (10.9.)



Blick v. d. Franz-Josefs-Höhe (F3, 2370 m)  
nach SW auf die Stirn der Pasterze (11.9.)



Blick v. d. Franz-Josefs-Höhe (F4, 2370 m)  
nach SW zum li. Eisrand d. Pasterze (10.9.)



Blick v. d. Franz-Josefs-Höhe (F4, 2370 m)  
nach WNW auf Pasterze und Großglockner  
(11.9.)





Blick v. d. Franz-Josefs-Höhe (F4, 2370 m) nach NW zum Hufeisenbruch der Pasterze und zum Johannisberg (11.9.)



Blick v. Gamsgrubenweg (F5, ca. 2420 m) nach WSW zum Hofmannskees (11.9.)



Blick v. Gamsgrubenweg (F5, ca. 2420 m) nach SSW zum Mittl. Schwerteckkees (11.9.)



Blick v. Fotopunkt F6 (ca. 2620 m) nach NW zur Stirn des Wasserfallwinkelkees (11.9.)



Oberwalderhütte (F7, 2972 m), Blick nach N (11.9.)



Blick v. d. Oberwalderhütte (F7, 2972 m) nach NE zum oberen Wasserfallwinkelkees (11.9.)



Blick v. d. Oberwalderhütte (F7, 2972 m) nach SE auf das Wasserfallwinkelkees und den Fuscherkarkopf (11.9.)



Blick v. d. Oberwalderhütte (F7, 2972 m) nach SW zum Mittl. Burgstall und zum Großglockner (11.9.)



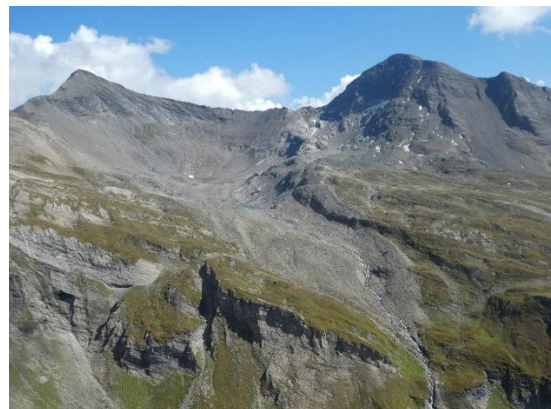
Blick v. d. Oberwalderhütte (F7, 2972 m) nach W zum Johannisberg (11.9.)



Blick v. Fotopunkt F8 (ca. 2680 m) nach NW zum re. Lappen d. Wasserfallwinkelkeeses u. zur Zunge zw. Mittl. u. Hohem Burgstall (11.9.)



Blick v. Fotopunkt F8 (ca. 2680 m) nach W in den Hufeisenbruch der Pasterze (11.9.)



Blick v. Fotopunkt F9 (ca. 2600 m) nach E zum ehem. Südl. Pfandschartenkees (10.9.)  
(Foto: G. HOHENWARTER)



Blick vom Fotopunkt F10 (ca. 2640 m)  
nach NW zum Freiwandkees (10.9.)  
(Foto: G. HOHENWARTER)



Blick v. Glocknerhaus (F11, 2132 m)  
nach W zu den Schwerteckkeesen (12.9.)



Blick v. Glocknerhaus (F11, 2132 m)  
nach W zum Großglockner (12.9.)



Blick v. Fotopunkt F12 (ca. 2540 m) am  
Gamsgrubenweg nach WSW zum  
Glocknerkees (11.9.)



Blick v. Fotopunkt F13 (ca. 2720 m)  
nach NW zum Freiwandkees  
(Foto: G. HOHENWARTER)

Die Fotos wurden, wenn nicht anders angegeben, von G. K. LIEB aufgenommen.