
HINTEREIS- und KESSELWANDFERNER MASSENHAUSHALTSSTUDIEN

Abschlussbericht über das Haushaltsjahr 2017/18 - inklusive der Auswertungen der Totalisatoren im Rofental



Der Hintereisferner am 21.10.2018. Foto: automatische Kamera im Hinteren Eis

HINTEREIS- und KESSELWANDFERNER MASSENHAUSHALTSSTUDIEN

Abschlussbericht über das Haushaltsjahr 2017/18

Innsbruck, im November 2018

im Auftrag von und gefördert durch:
Hydrographischer Dienst der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Tiroler Landesregierung
Herrengasse 1–3
A-6020 Innsbruck/Austria

Zusätzliche finanzielle Mittel wurden durch das Rektorat sowie durch das Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften der Universität Innsbruck erbracht.

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser
Koordination der Feldarbeiten, Auswertungen und Bericht: Dr. Irmgard Juen

Kontakt: Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften der Universität Innsbruck
Innrain 52, 6020 Innsbruck
E-mail: georg.kaser@uibk.ac.at
irmgard.juen@uibk.ac.at
Tel.: (+43) 0512 507 54457
Fax.: (+43) 0512 507 54599

Das Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften¹ der Universität Innsbruck erhebt seit 1952 den Massenhaushalt des Hintereis- und seit 1965 den Massenhaushalt des Kesselwandfeners unter Anwendung der direkten glaziologischen Methode.

Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Arbeiten und Ergebnisse aus dem hydrologischen Haushaltsjahr 2017/18.

¹ Bis 2015: Institut für Meteorologie und Geophysik

Inhaltsverzeichnis

A.	Zusammenfassung.....	A-1
B.	Einleitung.....	B-1
B.1	Lage des Untersuchungsgebietes.....	B-1
B.2	Methodik	B-1
B.3	Messnetz	B-5
C.	Analysen und Ergebnisse.....	C-1
C.1	Witterung im Haushaltsjahr	C-1
C.2	Massenbilanz Hintereisferner	C-3
C.2.1	Winterbilanz	C-3
C.2.2	Jahresbilanz	C-6
C.3	Massenbilanz Kesselwandferner	C-12
C.4	Totalisatoren im Rofental.....	C-17
C.5	Literaturverzeichnis	C-18
C.6	Verzeichnis verwendeter Akronyme und Symbole	C-19
D.	Anhang.....	D-1
D.1	Geleistete Arbeiten	D-1
D.1.1	Feldkampagnen	D-1
D.1.2	Messungen und Analysen.....	D-1
D.2	Dokumentation der Feldarbeiten am Hintereisferner und am Kesselwandferner	D-3
D.2.1	Feldkampagne 01. – 02.05.2018 und 12.5.2018 – Winterbilanz am HEF	D-3
D.2.2	Feldkampagne Pegelablesung HEF am 2.07.2018.....	D-9
D.2.3	Feldkampagne Pegelablesung am KWF am 31.7.2018.....	D-10
D.2.4	Feldkampagne Pegelablesung und bohren am HEF 1.-4.08.2018.....	D-11
D.2.5	Feldkampagne Pegelablesung am KWF und LTJF am 4.-5.9.2018.....	D-13
D.2.6	Feldkampagne Jahresabschluss am HEF am 03.10.2018	D-14
D.2.7	Feldkampagne Jahresabschluss am KWF am 05.10.2018	D-16
D.3	Dokumentation sonstiger Feldarbeiten in Vent und im Rofental	D-19
D.3.1	Die Regenmesser im Rofental	D-19
D.3.2	Sonstige Feldarbeiten am HEF.....	D-21

A. ZUSAMMENFASSUNG

Für den **Hintereisferner** brachte das Haushaltsjahr 2017/18 mit **-1963 mm w.e.**² (Tabelle 1) wiederum eine der negativsten Massenbilanz seit Beginn der Aufzeichnungen. Nur im Haushaltsjahr 2002/2003 und 205/2006 wurde eine noch negativere Bilanz erreicht (Abbildung 1). Durch den relativ schneereichen Winter (+1207 mm w.e.) konnten sich in den obersten Regionen trotz enormer Schmelzraten (-3170 mm w.e.) im Sommer 2018 noch einzelne Schneereste erhalten. Die kumulative Entwicklung der Massenbilanzreihe ist in Abbildung 2 dargestellt. Die ELA liegt 2017/18 bei rund 3500 m a.s.l..

Tabelle 1: Kennzahlen des Bilanzjahres 2017/18 für den Hintereisferner³.

		Winter		Sommer		gesamtes Jahr	
	Fläche	BW	bW	BS	bS	B	b
	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]
	6389	7714181	1207	-20253014	-3170	-12538833	-1963
SC [10 ³ m ²]	453		BC [m ³ w.e.]	17067		bC [kg/m ²]	38
SA [10 ³ m ²]	5936		BA [m ³ w.e.]	-12555900		bA [kg/m ²]	-2115
ELA	3500	m a.s.l.	SC/SA	0,076		AAR	0,071

² Eine Liste der Akronyme und Symbole findet sich in Kapitel C.6.

³ Die Werte für HEF und KWF werden den internationalen Gepflogenheiten entsprechend an das World Glacier Monitoring Service (WGMS) berichtet und damit der wissenschaftlichen Gemeinschaft zugänglich gemacht. Basis- und Zwischenwerte werden bei Anfrage und für wissenschaftliche Verwendung von ACINN zur Verfügung gestellt.

Für den **Kesselwandferner** brachte das Haushaltsjahr 2017/18 mit **-1619 mm w.e.** sogar das negativste Massenbilanzjahr seit Messbeginn (Abbildung 1 und Tabelle 2). Die ELA liegt bei ca. 3.400 m a.s.l.

Tabelle 2: Kennzahlen des Bilanzjahres 2017/18 für den Kesselwandferner

		gesamtes Jahr					
	Fläche	B	b				
	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]				
	3608	-5842053	-1619				
SC [10 ³ m ²]	598		BC [m ³ w.e.]	35953		bC [kg/m ²]	60
SA [10 ³ m ²]	3010		BA [m ³ w.e.]	-5878006		bA [kg/m ²]	-1953
ELA	none	m.a.s.l	SC/SA	0,199		AAR	0,166

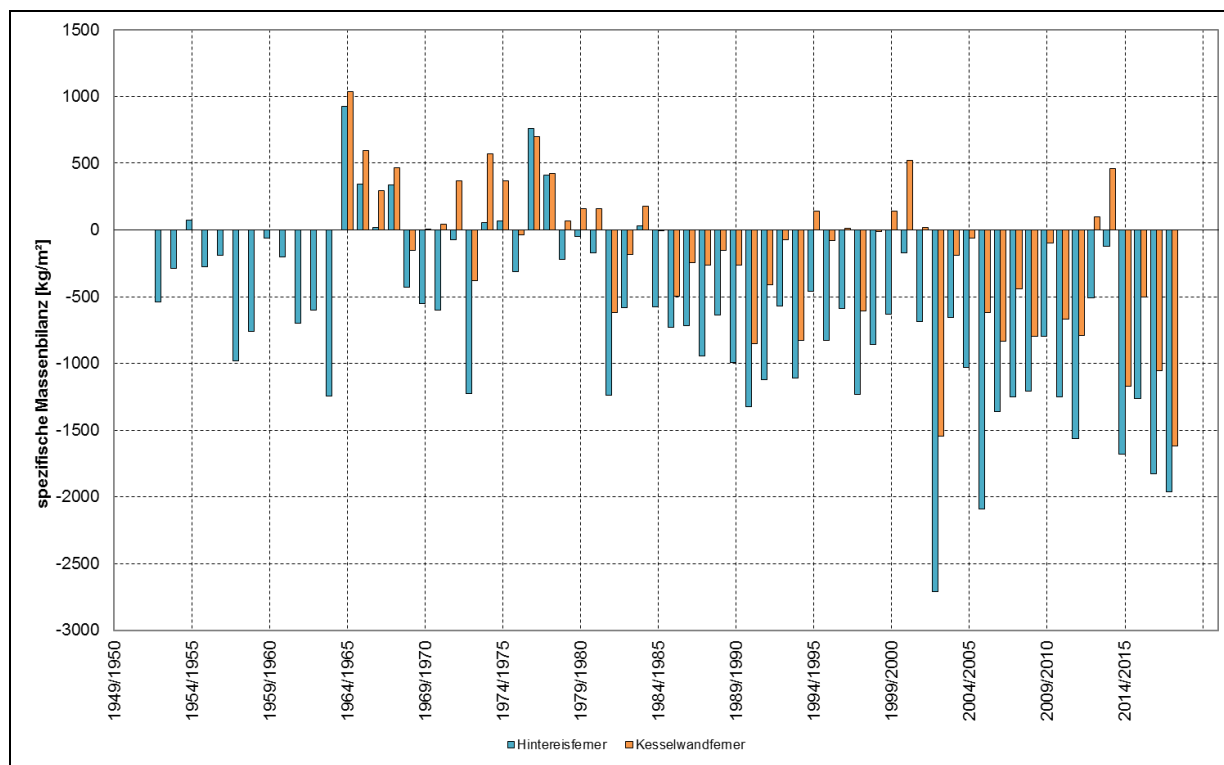


Abbildung 1: Die Massenbilanzreihen des Hintereis- und Kesselwandfernern (Quelle: ACINN). Die Bilanzjahre 2001 – 2011 wurden für den HEF nach Klug et. al., 2017 korrigiert.

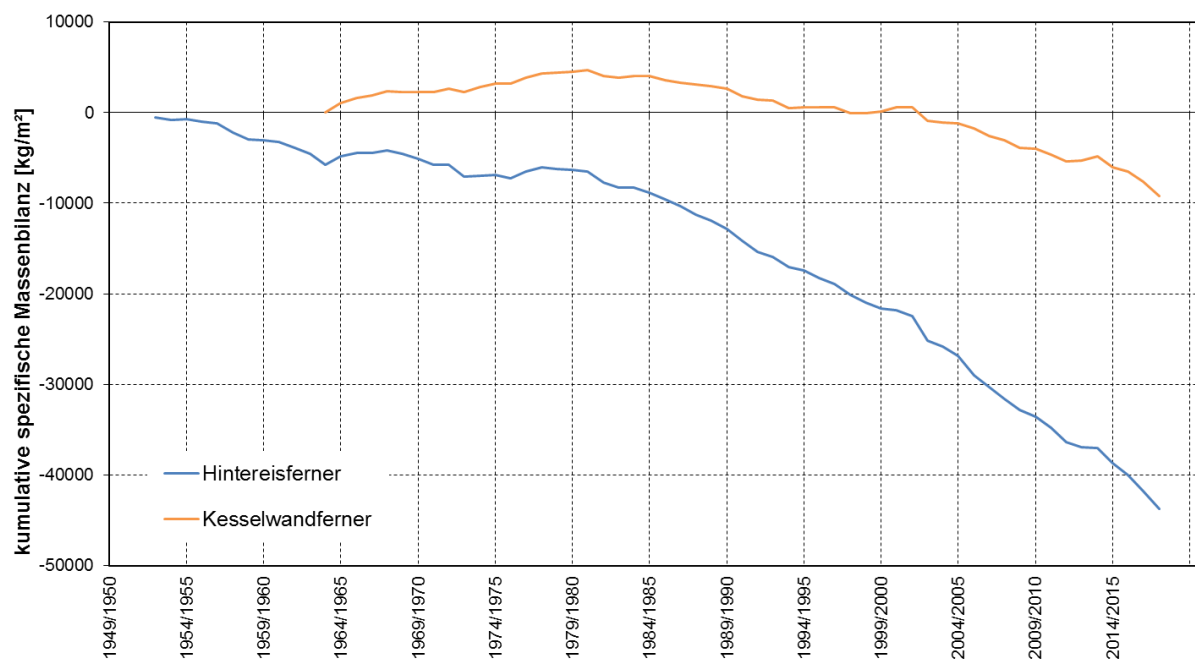


Abbildung 2: Die kumulativen Massenbilanzreihen des Hintereis- und Kesselwandferners (Quelle: ACINN). Die Massenbilanz am HEF wurde 2001-2011 nach Klug et, al., 2017 korrigiert.

B. EINLEITUNG

B.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Der Hintereisferner (HEF) und der Kesselwandferner (KWF) liegen im Rofental (Abbildung 3), einem Seitental des Ötztals und entwässern über die Rofenache in die Venter Ache, die Ötztaler Ache und den Inn.

Der HEF erstreckt sich in ca. 6,5 km Länge von der Weißkugel (3739 m) in nord-östliche Richtung ins Rofental und endet auf 2454 m (2013). Zu seiner Ausdehnung werden die im unteren Teil nicht mehr mit der Hauptzunge des HEF verbundenen Gletscherteile des Stationsferners (SF) und des Langtaufenerjochferners (LJF) gezählt. Anhand der Laserscans im Jahr 2018 wurde die Gletscherfläche in allen Zungenbereichen auf den aktuellen Stand angeglichen. Dies führt dazu dass die unterste Höhenstufe zur Gänze wegfällt und die Gletscherfläche insgesamt um 4 % auf 6.39 km² reduziert wird.

Der KWF liegt nordöstlich des HEF. Den höchsten Punkt seines Einzugsgebiets bildet der Fluchtkogel (3497 m). Im Unterschied zum HEF besitzt der KWF ein ausladendes, südost-exponiertes und hohes Firnbecken und eine steile, schmale Zunge. Auch hier dürfte sich die Zunge weiter zurückgezogen haben. Dies könnte in diesem Jahr zu einer Überschätzung der negativen Gletscherflächen geführt haben und die dringend notwendige Angleichung der Gletscherfläche ist im Sommer 2019 geplant. Er grenzt mit einer Eisscheide an den westlich angeschlossenen Gepatschferner.

Der HEF und der KWF sind Gegenstand jahrzehntelanger glaziologischer Forschung am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck. Ihre seit 1952/53 (HEF) und seit 1965/66 (KWF) aufgezeichneten Massenbilanzreihen zählen zu den längsten weltweit (Abbildung 1 und 2).

B.2 Methodik

Zur Bestimmung der Massenbilanz wird die direkte glaziologische Methode mit fixem Datum [z.B. *Hoinkes*, 1970; *Cogley et al.*, 2011] angewandt. Die Massenbilanz eines Gletschers wird dabei anhand von Messungen an ausgewählten Punkten der Gletscheroberfläche ermittelt. Diese Messungen erfolgen im Ablationsgebiet an Pegelstangen, welche in das Gletschereis gebohrt sind, und im Akkumulationsgebiet in Schneeschächten (zur Messung der Schneedichte), die durch räumlich verteilte Schneehöhensondierungen ergänzt werden. Der Zeitraum der Messung umfasst ein hydrologisches Haushaltsjahr, jeweils vom 01.10. bis zum 30.09. des Folgejahres (mittlerer Breiten der Nordhemisphäre). Das natürliche Massenhaushaltsjahr ist als die Zeitspanne von einem Massenminimum des Gletschers zum nächsten im darauf folgenden Spätsommer/Herbst definiert und kann vom hydrologischen Haushaltsjahr mehr oder weniger stark abweichen. Aufgrund der Höhenerstreckung des Gletschers und der damit verbundenen unterschiedlich langen

Ablationsperioden ist die Definition des Zeitpunktes des Massenminimums des Gesamtgletschers schwierig und unscharf. Daher wird nur bei starken Abweichungen und operationeller Möglichkeit die natürliche Massenbilanz zusätzlich zu der im hydrologischen Haushaltsjahr ermittelt. Beim Aufsummieren der Massenänderungen über mehrere Jahre verschwinden eventuelle Unterschiede zwischen natürlichem und hydrologischem Haushaltsjahr.

Um eine höhere zeitliche Auflösung v.a. des Ablationsverlaufes zu erhalten, aber auch zur laufenden Zustandskontrolle der Pegel, werden diese während des Sommers mehrmals, in jedem Fall aber bei der Abschlussbegehung nahe dem 30.09 abgelesen. Zusätzlich wird am Ende der Akkumulationsperiode (01.10.-30.04.) die Winterbilanz mittels Schneehöhen- und Schneedichtemessungen ermittelt (nur am HEF). Die Werte werden jeweils in Höhe Wasseräquivalent (mm w.e.) oder, bei identischen Zahlenwerten, als Masse pro Einheitsfläche (kg m^{-2}) angegeben.

Die Analyse der Linien gleicher Bilanzwerte erfolgt händisch, meist in einer Äquidistanz von 250 mm w.e., und gestützt auf die gemessenen Punktwerte und Informationen zur Ausdehnung von Altschneerücklagen aus der Fotodokumentation. Diese Linien werden digitalisiert und in einem Geoinformationssystem mit der Gletscherfläche, aufgeteilt in Höhenstufen mit 50 m Äquidistanz, verschnitten und ausgewertet.

Die mittlere flächenspezifische Bilanz b ergibt sich formal aus dem Quotienten der Gesamtmassenänderung B und der Gesamtfläche S . Die Gesamtfläche wird in Flächen mit Netto-Akkumulation S_C und Flächen mit Netto-Ablation S_A unterteilt. Die Bilanzen dieser Teilflächen lauten B_C und B_A mit den entsprechenden mittleren spezifischen Bilanzen b_C und b_A . Die Accumulation Area Ratio (**AAR**) bezeichnet das Verhältnis S_C zu S .

$$\begin{aligned} S &= S_C + S_A & [\text{m}^2] & & b_C &= B_C / S_C & [\text{mm w.e.} \equiv \text{kg m}^{-2}] \\ B &= B_C + B_A & [\text{m}^3 \text{ w.e.} \equiv 10^3 \text{ kg}] & & b_A &= B_A / S_A & [\text{mm w.e.} \equiv \text{kg m}^{-2}] \\ b &= B / S & [\text{mm w.e.} \equiv \text{kg m}^{-2}] & & \text{AAR} &= S_C / S \end{aligned}$$

Aus den Schneeschächten zu Ende des Winters (30.04.) und den Sondierungen der Schneehöhe wird die Winterbilanz (B_W , b_W) und in Folge Sommerbilanz (B_S , b_S) als Differenz zwischen Jahres- und Winterbilanz berechnet.

$$b_S = b - b_W \quad [\text{mm w.e.} \equiv \text{kg m}^{-2}] \quad \quad B_S = b_S \cdot S \quad [\text{m}^3 \text{ w.e.} \equiv 10^3 \text{ kg}]$$

Die Bilanzwerte (b_z) nach Höhenstufen aufgetragen führen zum vertikalen Bilanzprofil (VBP). Die Höhe der Gleichgewichtslinie (ELA) definiert sich als niedrigster Schnittpunkt des VBP mit der $b = 0$ -Achse.

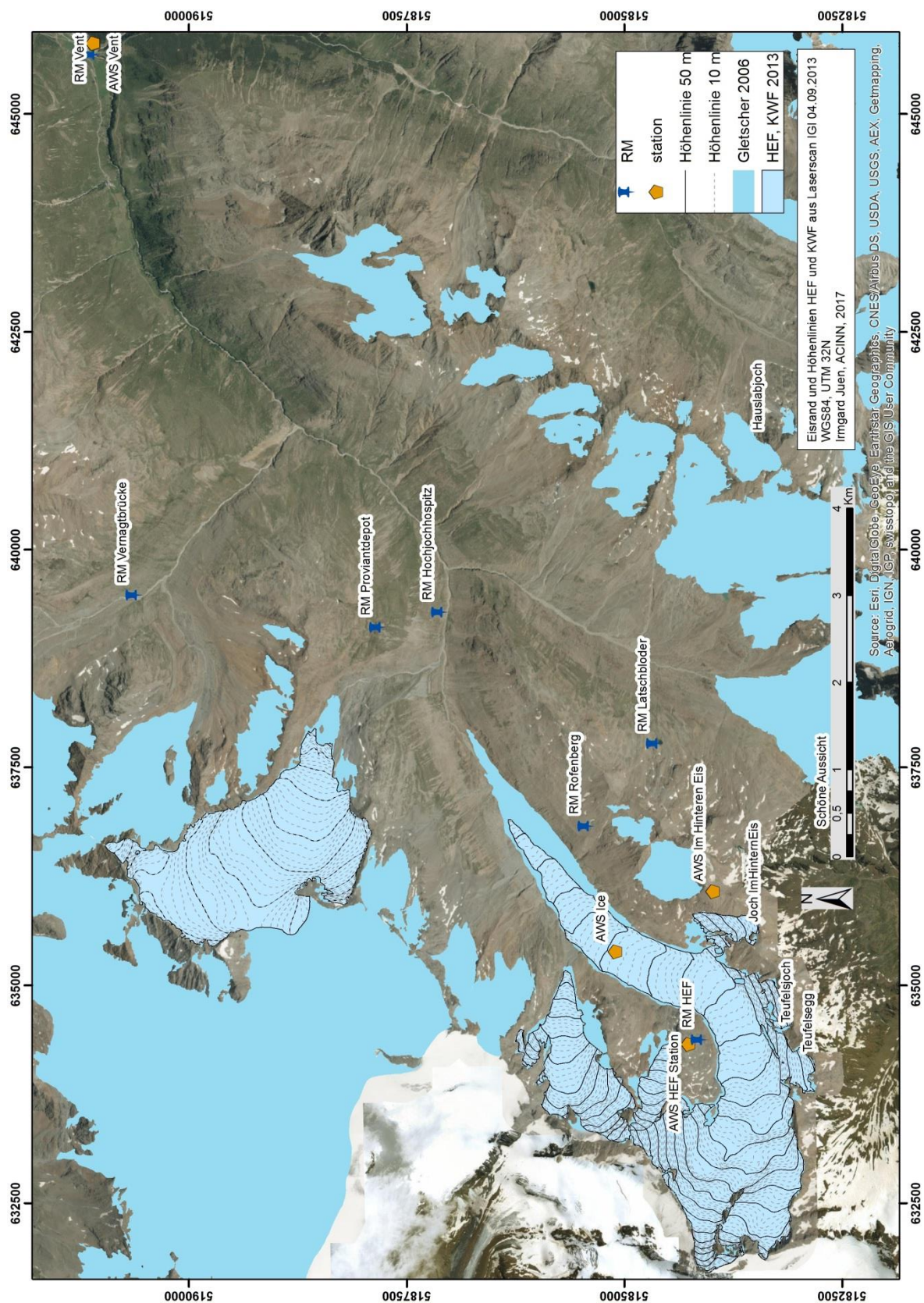


Abbildung 3: Übersichtskarte Rofental mit der Lage der Gletscher, Regenmesser (RM) und automatischen Wetterstationen (AWS). Der Laserscan befindet sich bei der AWS Im Hinteren Eis.

Zusätzlich zur glaziologischen Massenbilanz wurde für die Jahre 2001 – 2011 (Klug et al., 2017) und das aktuelle Massenbilanzjahr 2016/17 die geodätische Massenbilanz ausgewertet. Grundlage dafür sind digitale Geländemodelle von Laserscans zu unterschiedlichen Zeitpunkten (air borne laser scan – ALS). Die daraus resultierende Volumenänderung wird mit unterschiedlichen Dichtewerten für Eis (900 kg/m^3) und Firn (700 kg/m^3) in eine Massenänderung umgerechnet (Klug et al., 2017). Die Auswertung der geodätischen Massenbilanz ergab in Einzeljahren deutliche Unterschiede in der Massenbilanz (Abbildung 4), vor allem in den Jahren 2002/2003 (glaziologisch – geodätisch: $+0,92 \text{ m w.e.}$) 2005/2006 ($+0,60 \text{ m w.e.}$) und 2006/2007 ($-0,45 \text{ m w.e.}$). Für alle künftigen Darstellungen und Analysen werden in diesem Zeitraum die mithilfe der geodätischen Messungen korrigierten Massenbilanzen verwendet.

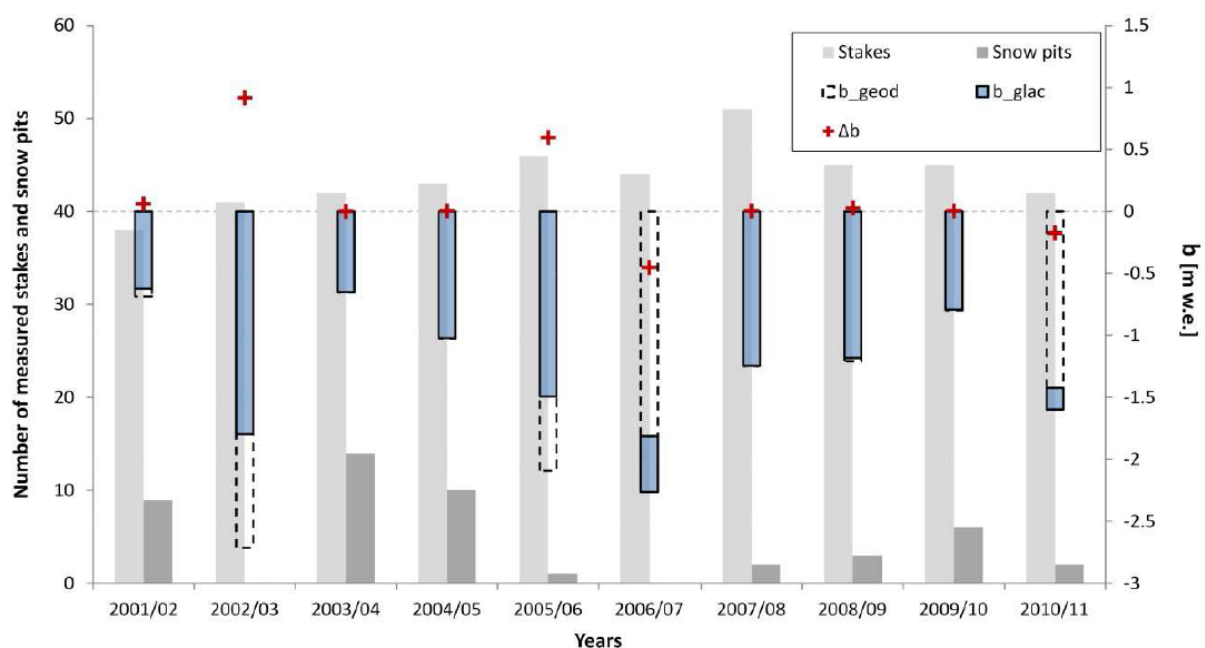


Abbildung 4: Vergleich der glaziologischen (b_{glac}) und geodätischen (b_{geod}) Massenbilanz am HEF (und deren Differenz Δb) für die Jahre 2001 – 2011. Die hellgrauen Balken geben die Zahl der Pegel (Stakes), die dunkelgrauen Balken die der Schneeschächte (Snow pits) für die Auswertung der glaziologischen Massenbilanz an. Grafik aus Klug, et al., 2017.

Im September 2016 wurde im Hinteren Eis ein permanenter Laserscan und im Laufe des Sommers 2017 eine automatische Wetterstation (AWS Im Hinteren Eis, Abbildung 3) installiert. Zeitnahe Aufnahmen der Gletscheroberfläche mit den Messungen der Massenbilanz erlauben einen Vergleich der gemessenen (glaziologischen Bilanz) Massenbilanz mit der Höhenänderung aus den beiden Laserscans (geodätische Bilanz) für die Winter- als auch die Jahresbilanz. Wie bereits im letzten Bilanzjahr wurde bei der Winterbilanz der Höhenzuwachs pro Höhenstufe durch die Umrechnung der mittleren Höhenänderung zwischen beiden Laserscans (14.10.2017-6.5.2018) mit der mittleren Dichte der jeweiligen Höhenstufe aus den Schneeschächten (472 kg/m^3) in mm w.e. umgerechnet. Für die Jahresbilanz wurde die mittlere Höhendifferenz aus den beiden Laserscans am Ende der

Haushaltsjahre (14.10.2017 – 9.10.2018) bis 3.400 m a.s.l. mit der Dichte von Eis (900 kg/m^3) und über 3.400 m a.s.l. mit einer Dichte von 750 kg/m^3 multipliziert. Massenzuwächse in den obersten Höhenstufen wurden mit einer Dichte von 500 kg/m^3 umgerechnet. Eine ausführliche Diskussion der Vergleichbarkeit der beiden Methoden findet sich in Klug et.al. (2017). Auf eine Korrektur der Fließdynamik wurde verzichtet da die geodätische Methode hier lediglich als Vergleich bzw. Verifizierung der gemessenen Bilanz dient.

B.3 Messnetz

Für das Haushaltsjahr 2017/18 wurden die Zungenbereiche des Hintereisferners mithilfe der Laserscans aktualisiert. Dies ergibt eine Reduktion der Fläche auf 6.39 km^2 und entspricht einem Minus von 4 %. Eine jährliche Korrektur der Gletscherflächen ergibt nur eine geringe Änderung der gesamten Massenbilanz von -0.015 bis $+0.039 \text{ m w.e.}$ was deutlich unterhalb der Messgenauigkeit von $\pm 0,21 \text{ m w.e.}$ liegt (Klug et. al., 2017). Eine weitere Anpassung der Gletscherfläche auch in den höheren Regionen, sowie die Angleichung der Gletscherfläche des KWF sind für das nächste Haushaltsjahr geplant.

Das Messnetz am HEF (Abbildung 5) umfasst Schneeschächte und Ablationspegel. Die Schneeschächte werden zur Bestimmung der Winterbilanz und der Massenrücklage am Ende des Haushaltsjahres an mehr oder weniger denselben Stellen gegraben. Die Anzahl der Schächte hängt von der Schneelage und der herrschenden Witterung ab. Die Ablation wird an den Ablationspegeln gemessen, die von repräsentativen Standorten aus eine flächenhafte Interpolation der Massenänderung erlauben. Aufgrund der starken Spaltenbildung konnten im Sommer 2018 viele Pegel nicht mehr aufgesucht werden oder wurden regelrecht von den Spalten „verschluckt“. Ebenfalls aufgrund der starken Spaltenbildung konnten die letzten Schneereste im Herbst nicht erreicht werden und somit kein Dichteprofil gemessen werden. Die positiven Flächen wurden in Anlehnung an die Messungen vom KWF geschätzt.

Die Ausaperung am HEF wurde durch die Bilder der im Mai 2018 installierten automatischen Kameras (<https://www.foto-webcam.eu/webcam/hintereisferner1/> und <https://www.foto-webcam.eu/webcam/hintereisferner2/>) dokumentiert. Trotz immer wieder auftretender Störungen in der Stromversorgung kann der Verlauf sowie der Maximalstand der Ausaperung hinreichend festgehalten werden.

Zusätzlich betreibt das ACINN drei automatische Wetterstationen im Rofental: in Vent (zur Messung der Lufttemperatur und des Niederschlages), an der Station Hintereis (AWS HEF Station, Luftdruck, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung, Strahlungskomponenten und Schneehöhe, im Herbst 2017 wurde auch hier eine Niederschlagswaage installiert) und seit 02.08.2014 auch wieder auf der Gletscheroberfläche (Luftdruck, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung, Strahlungskomponenten und Schneehöhe). Komplementär dazu wird ein Netzwerk aus 7 Niederschlagstotalisatoren betreut. Die Station Hintereis (3026 m) des ACINN dient als Unterkunft während der Feldkampagnen (Abbildung 3).

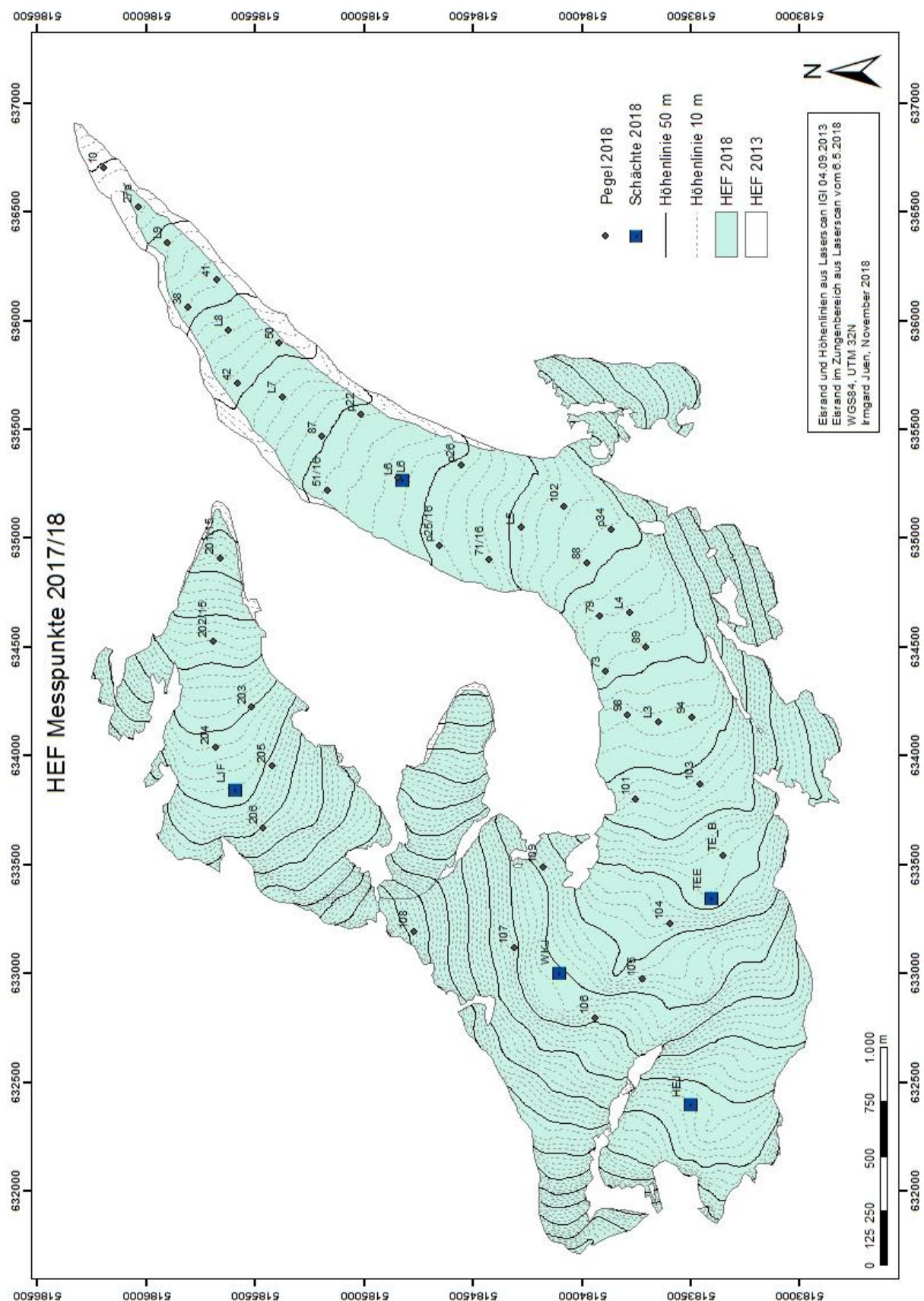


Abbildung 5: Messpunkte am HEF im Haushaltsjahr 2017/18

Das Messnetz am KWF (Abbildung 6) wurde im Haushaltsjahr 2013/14 vom ACINN komplett neu aufgesetzt. Dabei wurden die Ablationspegel in der Nähe der bestehenden Pegel zur Bewegungsmessung gebohrt, zusätzlich aber auch über die Gletscherfläche verteilt. Im Haushaltsjahr 2014/15 wurde das Pegelnetz weiter ausgebaut und die Anzahl der Ablationspegel am KWF auf 19 erhöht. Zur Bestimmung der Massenbilanz im Haushaltsjahr 2017/18 wurden 14 Pegel dreimal abgelesen und 2 Schächte zur Bestimmung der Rücklagen angelegt.

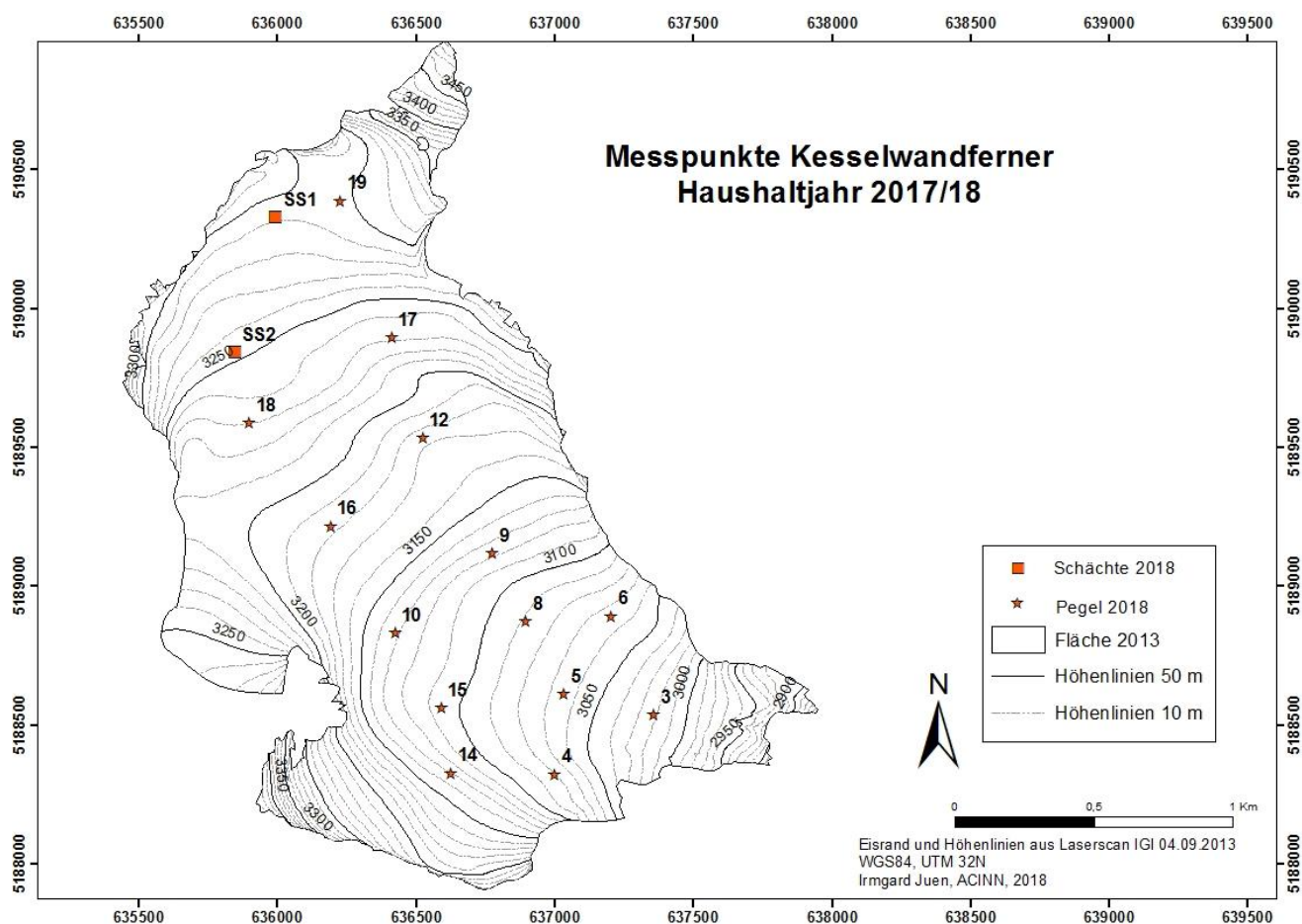


Abbildung 6: Messpunkte am KWF im Haushaltsjahr 2017/18.

C. ANALYSEN UND ERGEBNISSE

C.1 Witterung im Haushaltsjahr

Auf den Massenhaushalt eines Alpengletschers haben drei meteorologische Faktoren besonderen Einfluss [z.B. *Hoinkes und Steinacker, 1975*]:

1. Der feste Niederschlag sorgt im Winterhalbjahr für den Großteil der Akkumulation,
2. die Temperatur der Umgebungsluft steht während der Sommermonate für das Wärmeangebot,
3. die Anzahl und Menge der Neuschneefälle während des Sommers kann Schmelzvorgänge maßgeblich unterbrechen und zur Nettoakkumulation beitragen.

Durch automatische Aufzeichnungen an der Wetterstation in Vent und in situ Beobachtungen während der Feldkampagnen können diese Faktoren quantifiziert werden. Die Winterniederschläge Oktober – April 2017/18 liegen deutlich über dem langjährigen Mittel (1906-2005, Tabelle 3). Dabei fällt vor allem der überdurchschnittlich Niederschlagsreiche Jänner mit einem vierfachen des mittleren Niederschlags auf. Eine überdurchschnittlich positive Winterbilanz ist die Folge, die Schneezuwächse in diesem Winter lagen bei bis zu 5 m (Abbildung 9).

Im Sommerhalbjahr lagen die Niederschläge in fast allen Monaten deutlich unter dem langjährigen Mittel, nur im August waren die Niederschläge höher als im Mittel. Im gesamten Haushaltsjahr lagen die Niederschläge nur leicht unter dem Durchschnitt.

Die Temperatur übersteigt das langjährige Mittel um 2 °C, wobei die positive Abweichung im Sommerhalbjahr deutlich höher liegt als im Winterhalbjahr (Tabelle 3). Im Winter war die Temperatur sogar in 3 Monaten unter dem Durchschnitt, durch den extrem warmen April liegt der gesamte Winter allerdings 1 °C über dem Durchschnitt. Aufgrund der relativ hohen Temperaturen im Sommerhalbjahr war die Schneefallgrenze meist deutlich über dem Gipfelniveau und es waren keine nennenswerten Neuschneefälle auf dem Gletscher zu verzeichnen. Bis Ende August war das Gletschereis wie auch schon im Vorjahr größtenteils aper. Lediglich in den höheren Bereichen konnten sich aufgrund der großen Schneemengen im Winter kleine Restschneefelder erhalten. Hervorzuheben ist vor allem der extrem warme April und Mai die jeweils neue Rekordwerte darstellen.

Wie schon im Vorjahr erreichten die Sommertemperaturen die Rekordwerte vom Jahr 2003 (Abbildung 7), der Juli ist sogar noch wärmer.

Tabelle 3: Monatsmittel der Lufttemperatur und Monatssummen des Niederschlages an der Station Vent, 2017/18 im Vergleich zum langjährigen Mittel von 1906-2005.

Monat	Lufttemperatur [°C]			Niederschlag [mm]		
	2017-2018	1906 - 2005	Abweichung	2017-2018	1906-2005	Abweichung
Oktober	5,2	3,1	2,1	33,5	52,4	-18,9
November	-2,4	-2,3	-0,1	55,2	50,4	4,8
Dezember	-6,1	-5,5	-0,6	54,4	40,3	14,1
Jänner	-3,2	-6,7	3,5	120,8	38,7	82,1
Februar	-9,1	-6,1	-3,0	43,2	34,6	8,6
März	-3,5	-3,2	-0,3	36,7	38,3	-1,6
April	5,6	0,2	5,4	33,2	43,9	-10,7
Winter	-1,9	-2,9	1,0	377,0	298,6	78,4
Mai	9,3	4,9	4,4	45,0	61,6	-16,6
Juni	11,6	8,1	3,5	52,0	79,2	-27,2
Juli	13,8	9,9	3,9	44,0	87,8	-43,8
August	12,2	9,5	2,7	113,0	90,9	22,1
September	9,8	6,9	2,9	35,0	61,9	-26,9
Sommer	11,3	7,9	3,5	289,0	381,4	-92,4
Hydr. Jahr	3,6	1,6	2,0	666,0	680,0	-14,0

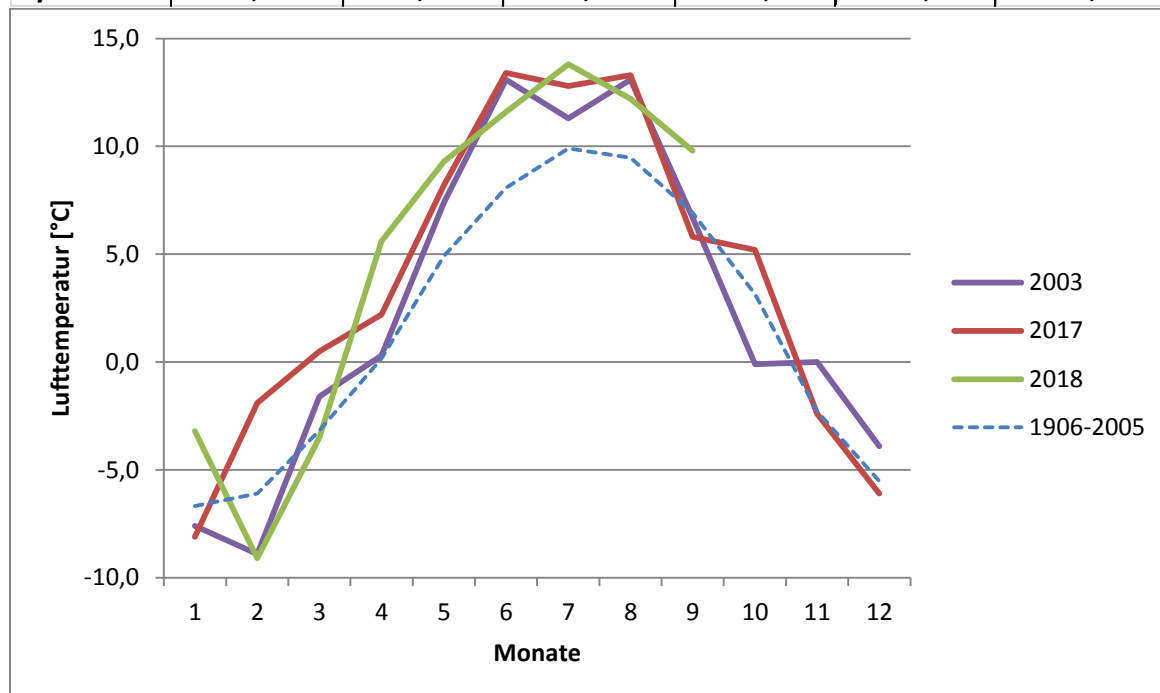


Abbildung 7: Die Temperatur an der Station Vent: Vergleich des langjährigen Mittels (1906-2005) der Lufttemperatur mit den Jahre 2003 (bisheriger „Rekordsommer“), 2017 und 2018.

C.2 Massenbilanz Hintereisferner

C.2.1 Winterbilanz

Die Messungen zur Erstellung der Winterbilanz 2017/18 wurde am 01.+12.05.2018 durchgeführt. Die Messungen am 1.5 mussten aufgrund von schlechten Wetterbedingungen (Schneesturm und fehlende Sicht) abgebrochen werden. Neuschneemengen nach dem 30.4. konnten aufgrund der markanten Saharastaubschicht deutlich identifiziert werden und lagen weitgehend bei 10 cm.

40 Schneehöhenmesspunkte und fünf Schneeschächte (1. und 12.5. 2018, Tabelle 4, Abbildung 8) zur Dichtemessung bildeten die Basis zur Analyse der Winterbilanz. Auf den Schacht AWS wurde dieses Jahr verzichtet. Die außergewöhnlichen Schneehöhe in diesem Winter stellten eine besondere Herausforderung beim Anlegen der Schneeschächte für die Dichtemessungen dar (Abbildung 9). Das vertikale Bilanzprofil der Winterbilanz ist in Abbildung 12 abgebildet.

Die detaillierten Mess- und Beobachtungswerte aus den Schneeschächten sind im Kapitel D.2.1 aufgelistet, Abbildung 8 zeigt die Messpunkte und die räumliche Verteilung der Winterbilanz am Hintereisferner. Tabelle 6 zeigt die Winterbilanz nach Höhenstufen.

Tabelle 4: HEF, Winterbilanz 2017/18: Schneehöhe, Dichte und Wasserwert der Schneeschächte für das hydrologische Winterhaushaltsjahr (Die Lage der Schneeschächte ist in Abbildung 5 und 8 abgebildet).

	Schneehöhe [cm]	Dichte [kg/m ³]	b _w [kg/m ²]
AWS	-	-	-
L6	204	563	1079
TEE	359	489	1466
WKJ	404	476	1654
HEJ	491	432	1942
LJF	332	490	1416

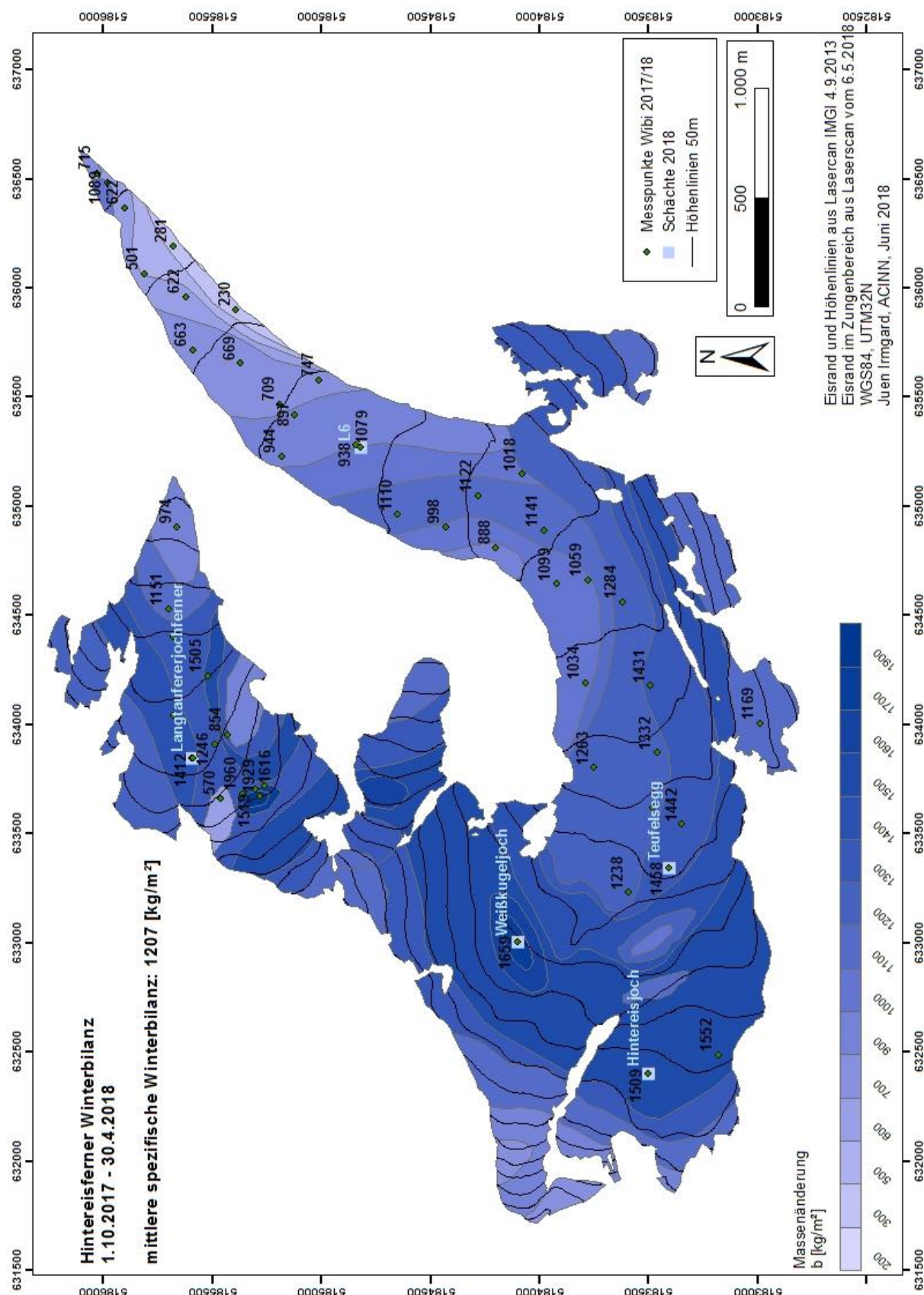


Abbildung 8: Punktwerte und räumliche Verteilung der Massenbilanz im Winterhaushaltsjahr am Hintereisferner (01.10.2017 – 30.04.2018).



Abbildung 9: Schacht Hintereisjoch mit 491 cm Schneehöhe. Foto Alexander Kehl, 1.5.2018

Die mittlere spezifische Winterbilanz des Hintereisferners 01.10.2017-30.04.2018 beträgt:

$$b_w = 1207 \text{ mm w.e.}$$

$$B_w = 7,714 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ Wasser}$$

C.2.2 Jahresbilanz

Der Bestimmung der Ablation im Haushaltsjahr 2017/18 liegen Messungen und Beobachtungen aus vier Feldkampagnen und an 42 Pegeln zugrunde (Tabelle 5). Aufgrund der starken Spaltenbildung konnten die im letzten Jahr gebohrten Firnpegel nicht mehr erreicht werden. Insgesamt sind in diesem Jahr mehrere Pegel regelrecht von den Spalten verschluckt worden weshalb bei der Abschlussbegehung eine große Anzahl an Pegeln nur geschätzt werden konnte.

Die Abschlussbegehung am HEF fand am 3.10. 2018 statt. Aufgrund der starken Spaltenbildung und schweren Erreichbarkeit der oberen Steilhänge wurde auf eine Messung der Massenrücklagen im Herbst verzichtet. Durch die Bilder der automatischen Kamera ist deutlich zu erkennen dass lediglich kleine Bereiche unterhalb der Weißkugelspitze Restschnee vom Vorjahr aufweisen (Abbildung 10). Für die Abschätzung der Massenrücklage wurden die Dichte und Schneehöhenwerte von der Abschlussbegehung am KWF (5.10.2018) übernommen.

Die Punktwerte sind neben den vertikalen Bilanzprofilen in Abbildung 12 sowie in Abbildung 13 eingetragen. Tabelle 6 zeigt die Bilanzwerte nach Höhenstufen sowie alle weiteren Kennwerte der Massenbilanz 2017/18. Eine Bestätigung dieser Extrapolation bildet der Vergleich mit der geodätischen Massenbilanz aus der Höhenänderung von zwei Laserscans (Abbildung 12). Die mittlere spezifische Jahresbilanz aus der geodätischen Methode entspricht -2025 mm w.e. und liegt somit wiederum innerhalb der Messungenauigkeit beider Methoden die bei +/- 0.14 (geodätisch) – 0.21 m w.e. (glaziologisch) liegt (Klug, et al., 2017).

Die mittlere spezifische Massenbilanz des Hintereisferners für das hydrologische Haushaltsjahr
01.10.2017 – 30.09.2018 beträgt: **$b = -1963$ mm w.e.**

Das entspricht: **$B = -12,539 \cdot 10^6$ m³ Wasser**



Abbildung 10: Die Ausaperung im oberen Bereich des Hintereisferners am 30.9.2018



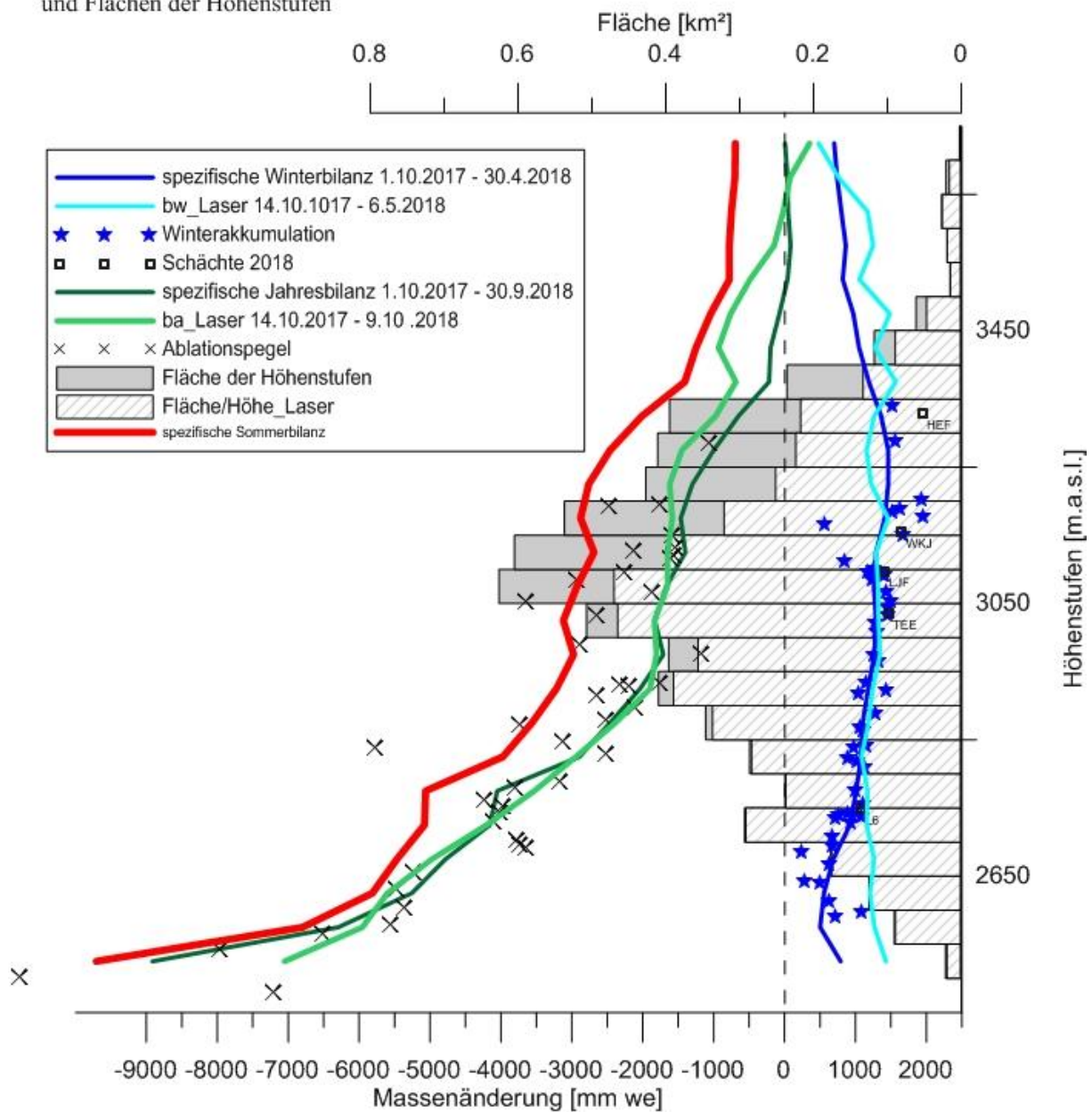
Abbildung 11: Pegel 50 der in einer Spalte verschwindet. Foto: Andrea Mayer, 2.7.2018

Tabelle 5: Ablationsverlauf an den Pegeln des Hintereisferners 2017/18. Die Ablation zu den Ablesezeitpunkten ist jeweils die Ablation seit der letzten Ablesung, Ablation ist die Gesamtablation im Haushaltsjahr.

Name	X UTM	Y UTM	Alt [m]	2.7. [cm]	2.8. [cm]	5.9. [cm]	3.10. [cm]	Ablation [cm]	c17 Sep [kg/m ²]	ba_17/18 [kg/m ²]
L10	636703	5186190	2481	278		422	100	800	8	-7208
27a	636521	5186040	2503	384		714	100	1198	11	-10793
L9	636359	5185900	2544	582		190	113	885	11	-7976
41	636185	5185680	2566	207	216	200	100	722	11	-6509
38	636059	5185810	2579	156		362	100	618	0	-5562
L8	635956	5185620	2604	132	10	158	295	595	11	-5366
42	635705	5185580	2632	135		373	100	608	4	-5476
L7	635647	5185380	2655	123	7		450	580	19	-5239
87	635467	5185190	2693	81	20		300	401	38	-3647
p22	635561	5185020	2697	99	14		300	413	19	-3736
51	635222	5185170	2705	5	207		200	412	73	-3781
L6	635274	5184830	2730	24	206		215	445	92	-4097
p26	635336	5184550	2743	34	198		200	432	126	-4014
p25	634967	5184650	2752	37	200		200	436	46	-3970
L5	635040	5184256	2762	61	193		200	454	145	-4231
71	634904	5184430	2780	12	196		200	408	118	-3790
p34	635025	5183852	2789	0	135		200	335	160	-3175
102	635141	5184057	2830	0	152		108	260	172	-2512
201	634884	5185663	2838			532	100	632	88	-5776
88	634851	5183941	2848	0	140		194	334	122	-3128
L4	634672	5183796	2873	0	164		232	396	172	-3736
73	634388	5183890	2880	0	147		109	256	210	-2514
89	634476	5183694	2898	0	113		108	221	126	-2115
L3	634237	5183653	2916	0	90		182	272	210	-2658
98	634169	5183782	2929	0	77		150	227	145	-2188
94	634147	5183489	2932	0	47		186	233	222	-2319
202	634513	5185693	2933			101	75	176	183	-1767
103	633832	5183449	2976	0	64		48	112	164	-1172
101	633773	5183751	2989	0	84		212	296	222	-2886
TE_B	633543	5183350	3033	0	65		200	265	275	-2660
203	634219	5185515	3053			334	50	384	195	-3651
204	634024	5185676	3066			129	50	179	248	-1859
104	633230	5183590	3085		96		208	304	199	-2935
100	634003	5182990	3097		21		200	221	271	-2260
205	633943	5185420	3116				150	150	248	-1598
113	633269	5184070	3121				150	150	206	-1556
105	632973	5183720	3128		47		169	216	180	-2124
109	633489	5184180	3133				150	150	187	-1537
206	633669	5185460	3151				150	150	241	-1591
106	632797	5183940	3194		48		206	254	195	-2481
207	633684	5185290	3196			137	25	162	306	-1764
112	632517	5184090	3285				100	100	313	-1063
Werte geschätzt bzw. aus umliegenden Pegeln interpoliert										

Massenhaushalt Hintereisferner Winterbilanz 2017/18

Höhenverteilung der spezifischen Massenbilanzen, der Massenbilanz an den einzelnen Pegeln und Flächen der Höhenstufen



Grafik: Juen Irmgard, ACINN, Univ. Innsbruck, Oktober 2018

Abbildung 12: Die vertikalen Bilanzprofile am Hintereisferner im Haushaltsjahr 2017/18.

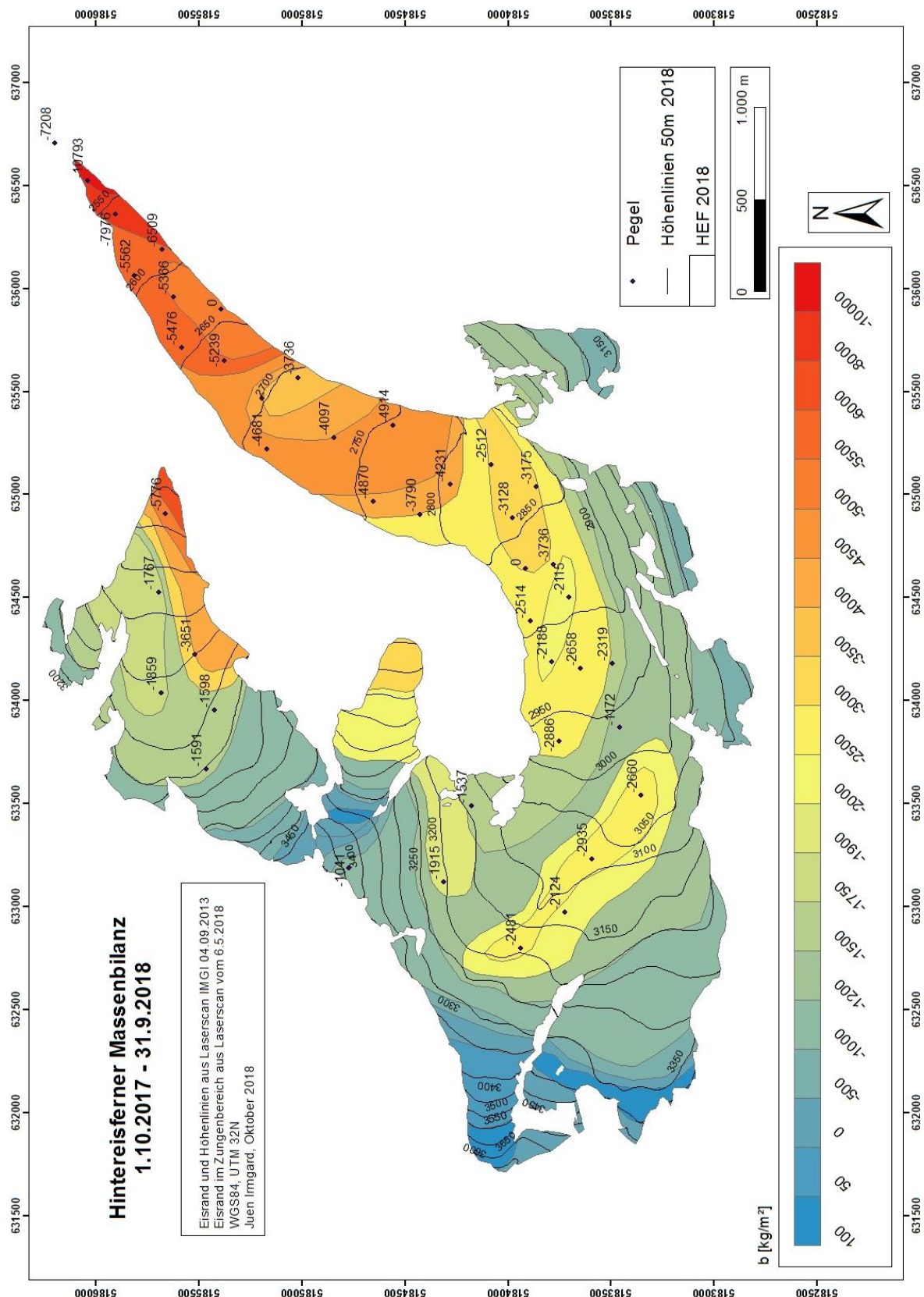


Abbildung 13: Die räumliche Verteilung der Massenbilanz am Hinterseeferner im Haushaltsjahr 01.10.2017 – 30.09.2018.

Tabelle 6: Kennzahlen und Massenbilanzen des Hintereisferners im Haushaltsjahr 2017/18 für die Gesamtfläche und aufgeteilt nach Höhenstufen.

	Winter			Sommer		gesamtes Jahr	
	Fläche	BW	bW	BS	bS	B	b
	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]
	6389	7714181	1207	-20253014	-3170	-12538833	-1963
SC [10 ³ m ²]	453		BC [m ³ w.e.]	17067		bC [kg/m ²]	38
SA [10 ³ m ²]	5936		BA [m ³ w.e.]	-12555900		bA [kg/m ²]	-2115
ELA	3500	m a.s.l.	SC/SA	0,076		AAR	0,071
Winterbilanz				Sommerbilanz		Jahresbilanz	
Höhenstufe	Fläche	BW	bW	BS	bS	B	b
[m.a.s.l.]	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]
2525	21	16904	791	-207342	-9707	-190439	-8916
2575	91	45453	502	-615713	-6795	-570260	-6294
2625	125	69329	556	-724723	-5814	-655395	-5258
2675	176	121103	686	-964632	-5467	-843529	-4780
2725	293	270194	922	-1489232	-5079	-1219037	-4158
2775	239	240892	1010	-1207705	-5061	-966812	-4052
2825	286	309641	1081	-1138194	-3974	-828553	-2893
2875	346	380859	1101	-1232191	-3562	-851332	-2461
2925	410	483894	1181	-1318532	-3217	-834637	-2036
2975	396	501317	1265	-1178498	-2975	-677182	-1709
3025	507	654264	1290	-1583004	-3121	-928740	-1831
3075	626	788550	1260	-1832544	-2928	-1043994	-1668
3125	605	780428	1290	-1626137	-2688	-845710	-1398
3175	537	759000	1413	-1546117	-2878	-787117	-1465
3225	427	624420	1462	-1179549	-2762	-555129	-1300
3275	411	600338	1461	-1010298	-2459	-409961	-998
3325	395	537715	1362	-793815	-2010	-256100	-649
3375	236	280460	1189	-332003	-1407	-51543	-218
3425	118	123808	1051	-147156	-1250	-23348	-198
3475	61	59223	970	-63651	-1042	-4427	-73
3525	15	12318	821	-11692	-779	627	42
3575	19	16289	864	-14681	-779	1607	85
3625	26	21027	800	-19696	-749	1330	51
3675	20	15124	741	-14292	-700	832	41
3725	2	1632	700	-1617	-694	15	6
Summe	6389	7714181	1207	-20253014	-3170	-12538833	-1963

C.3 Massenbilanz Kesselwandferner

Der Bestimmung der Ablation im Haushaltsjahr 207/18 liegen Messungen und Beobachtungen aus drei Feldkampagnen an 14 Pegeln zugrunde (Tabelle 7). Zur Messung der Massenrücklage in Form von Altschnee wurden zwei Schneeschächte angelegt (Abbildung 6, 15,16).

Die Abschlussbegehung am KWF fand am 5.10.2018 statt. Zur Extrapolation der Punktwerte auf die Gletscherfläche wurden Fotos hinzugezogen (Abbildung 14). Die Punktwerte der Massenbilanz (Pegel und Schächte) sind in der Abbildung des vertikalen Bilanzprofils (Abbildung 15) und in Abbildung 16 eingetragen. Tabelle 8 zeigt die Bilanzwerte nach Höhenstufen sowie alle weiteren Kennwerte der Massenbilanz 2017/18.

Am KWF hat der Verlauf der Witterung wie beim HEF zu einer stark negativen Jahresbilanz geführt. Laut Messungen ist es sogar die negativste Massenbilanz seit Aufzeichnungsbeginn. Allerdings wird darauf verwiesen dass auch hier die Werte von 2002/03 fragwürdig erscheinen (siehe korrigierte Massenbilanzen am HEF durch Klug, et al., 2017)

Die mittlere spezifische Massenbilanz des Kesselwandferners für das hydrologische Haushaltsjahr
01.10.2017 – 30.09.2018 beträgt: **$b = -1619 \text{ mm w.e.}$** ,
das entspricht **$B = -5,84 \cdot 10^6 \text{ m}^3$** Wasser

Tabelle 7: KWF, Haushaltsjahr 2017/18: Die Massenänderung an den einzelnen Messpunkten und zwischen den Ablesezeitpunkten.

Name	X UTM	Y UTM	Alt [m]	31.7. [cm]	4.9. [cm]	04.10. [cm]	Ablation [cm]	c Sept 17 [kg/m ²]	c Sept 18 [kg/m ²]	ba_17/18 [kg/m ²]
KWF03	637360	5188539	3019	117	175	75	367	140	0	-3443
KWF04	636997	5188323	3083	102	142	75	319	256	0	-3127
KWF05	637033	5188614	3064	56	149	75	280	208	0	-2728
KWF06	637204	5188895	3059	24	154	64	242	193	0	-2371
KWF08	636897	5188876	3086	47	127	57	231	204	0	-2283
KWF09	636775	5189121	3123	0	125	64	189	268	0	-1969
KWF10	636426	5188835	3134	2	129	55	186	234	0	-1908
KWF12	636526	5189537	3176		82	55	137	271	0	-1504
KWF14	636628	5188330	3130	68	112	39	219	219	0	-2190
KWF15	636594	5188564	3103	137	28	58	223	268	0	-2275
KWF16	636195	5189219	3183	24	133	60	217	221	0	-1964
KWF17	636416	5189901	3234		139	65	204	315	0	-1924
KWF18	635901	5189590	3233	0	96	72	168	278	0	-1538
KWF19	636230	5190390	3287	0	42	74	116	353	0	-1138

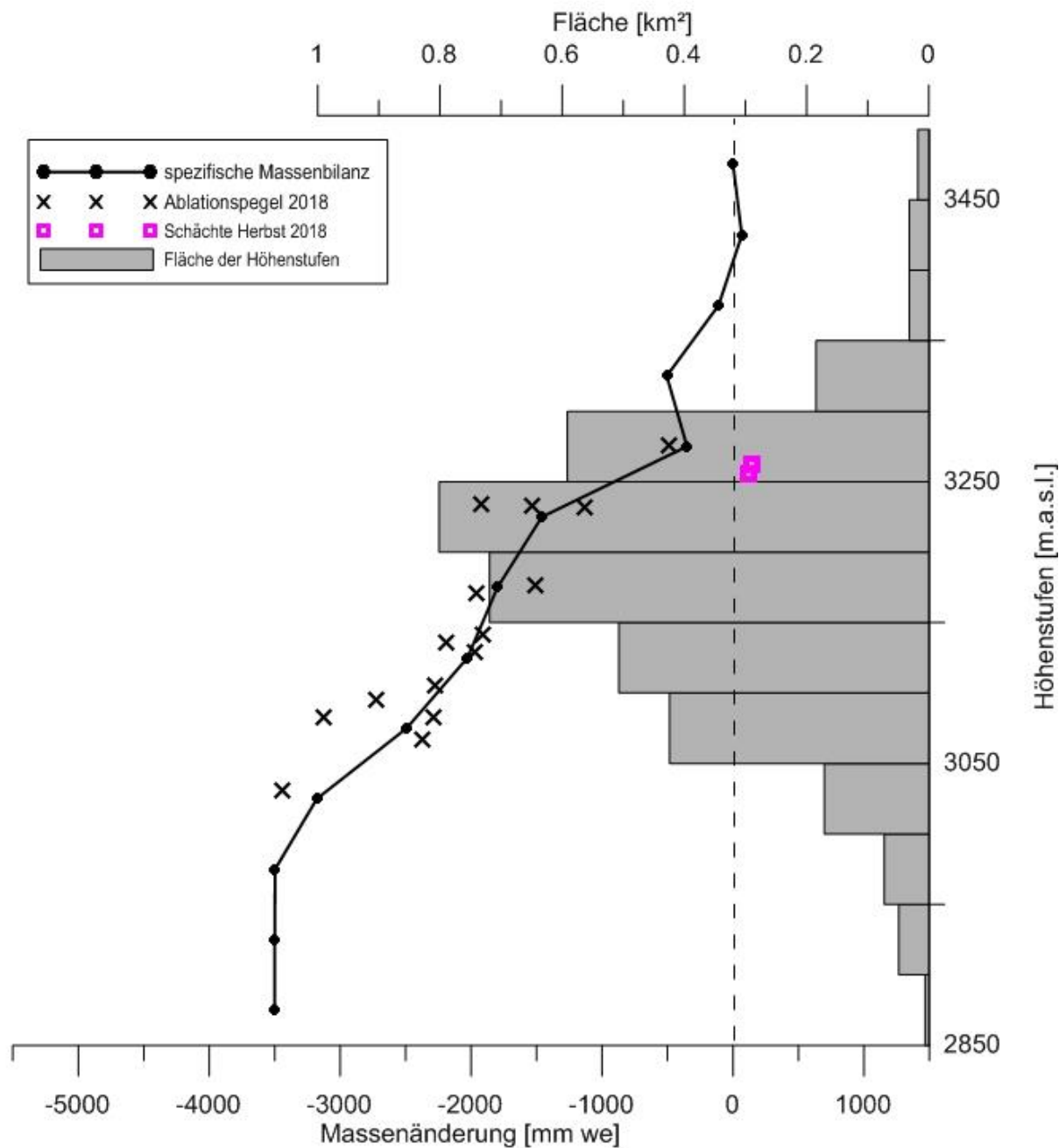
aus umliegenden Pegeln berechnet bzw. geschätzt



Abbildung 14: Der mittlere Bereich des KWF am 3.10.2018. Foto: Fabien Maussion.

Massenhaushalt Kesselwandferner 2017/18

Höhenverteilung der spezifischen Massenbilanzen, der Massenbilanz an den einzelnen Pegeln und Flächen der Höhenstufen



Grafik: Irmgard Juen, ACINN, Univ. Innsbruck, 2018

Abbildung 15: Das vertikale Bilanzprofil am Kesselwandferner im Haushaltsjahr 2017/18.

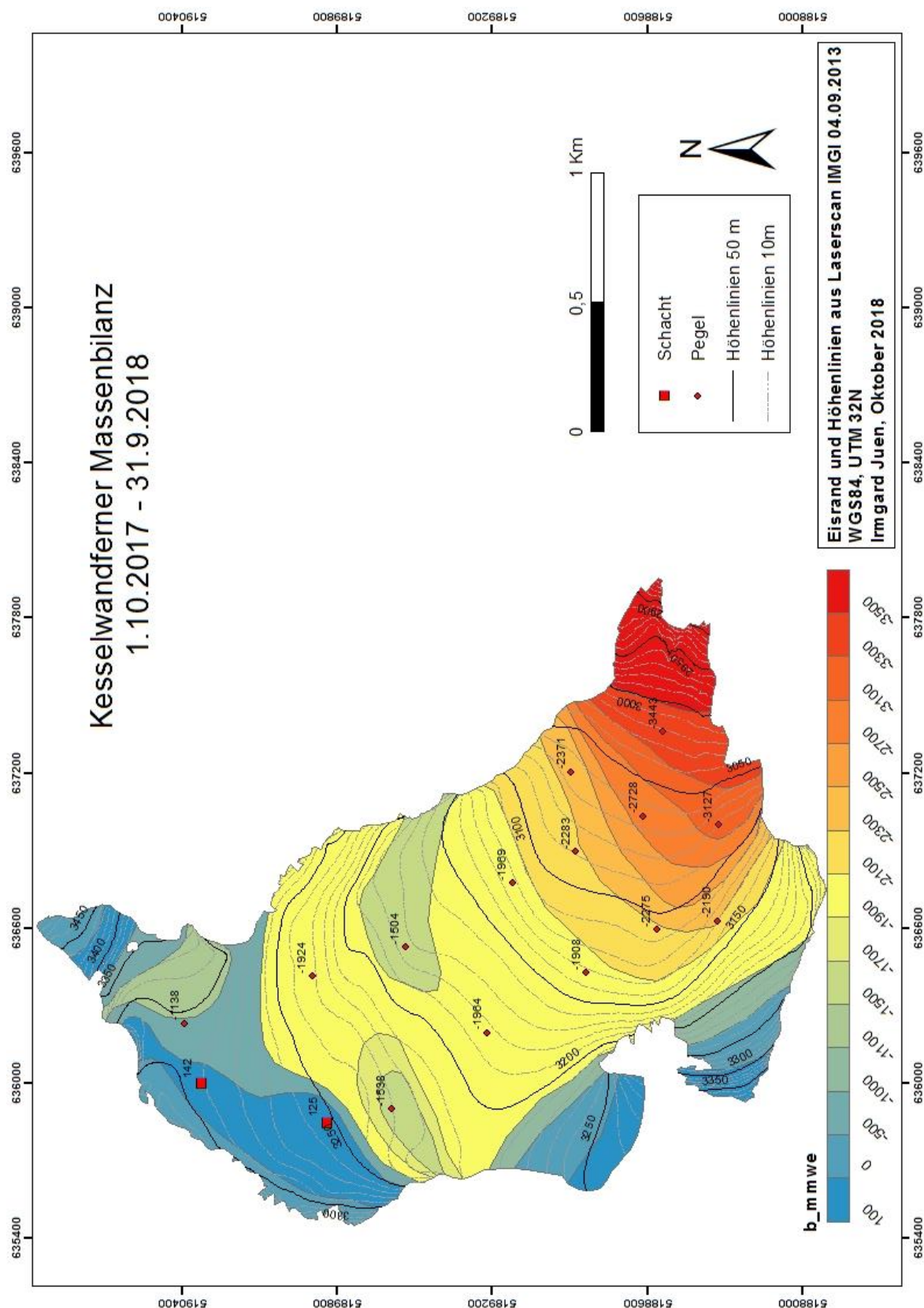


Abbildung 16: Punktwerte und räumliche Verteilung der Massenbilanz am Kesselwandferner im Haushaltsjahr 01.10.2017 – 30.09.2018.

Tabelle 8: Kennzahlen und Massenbilanz des Kesselwandfeners im Haushaltsjahr 2017/18 für die Gesamtfläche und aufgeteilt nach Höhenstufen.

		gesamtes Jahr				
	Fläche	B	b			
	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]			
	3608	-5842053	-1619			
SC [10 ³ m ²]	598		BC [m ³ w.e.]	35953	bC [kg/m ²]	60
SA [10 ³ m ²]	3010		BA [m ³ w.e.]	-5878006	bA [kg/m ²]	-1953
ELA	3400	m.a.s.l	SC/SA	0,199	AAR	0,166
	Jahresbilanz					
	Höhenstufe	Fläche	B	b		
	[m.a.s.l.]	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]		
	2875	6	-21232	-3500		
	2925	49	-171731	-3500		
	2975	73	-254701	-3497		
	3025	171	-542871	-3178		
	3075	424	-1057351	-2493		
	3125	507	-1028865	-2028		
	3175	719	-1292707	-1798		
	3225	801	-1169768	-1460		
	3275	591	-207903	-352		
	3325	185	-93483	-506		
	3375	32	-3562	-111		
	3425	32	2124	67		
	3475	18	0	0		
	Summe	3608	-5842053	-1619		

C.4 Totalisatoren im Rofental

Die Lage der Totalisatoren im Rofental zeigt Abbildung 3, die Koordinaten sind in Tabelle 9 angeführt. Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse der Ablesungen im Haushaltsjahr 2017/18. In diesem Kapitel wird, im Unterschied zum hydrologischen Winterhalbjahr, der 31.03. als Ende des Winterhalbjahres geführt, da es zum 01.05. keine Ablesung gibt. Die Totalisatoren wurden regelmäßig im Rahmen der Feldkampagnen im Rofental besucht (siehe Kapitel D.3, Tabelle 11), die Entleerung Einfüllung der Salzmischung erfolgte am 05.10.2018. Die Salzmischung wurde zum Teil (vier Totalisatoren) auch in diesem Jahr direkt aus den Beständen des Hydrologischen Dienstes des Landes Tirol übernommen.

Tabelle 9: Koordinaten der Totalisatoren im Rofental.

Messstelle	WGS84 Zone 32T				Höhe (m)
	Breite	Länge	UTM Y	UTM X	
Vent	46,8577	10,9113	5191120	645689	1900
Hochjochhospiz	46,8231	10,8262	5187125	639291	2360
Vernagtbrücke	46,8546	10,8298	5190632	639486	2640
Proviantdepot	46,8295	10,8241	5187834	639115	2737
Rofenberg	46,8085	10,7934	5185442	636833	2827
Latschbloder	46,8012	10,8056	5184653	637780	2910
Hintereisferner	46,7973	10,7610	5184141	634382	2970

Tabelle 10: Niederschlagsmengen (mm) im Einzugsgebiet des Pegels Rofenache im hydrologischen Jahr 2017/18.

Messstelle	Vent N-Waage	Vent	Hochjochospiz	Vernagtbrücke	Proviantdepot	Rofenberg	Latschbloder	Station Hintereis
Seehöhe	1900 m	1900 m	2360 m	2640 m	2737 m	2827 m	2910 m	2970 m
Jahr								
01.10.2017 - 30.09.2018	665	690	750	867	852	1000	989	1228
Verhältnis zu Vent N-Waage		1,05	1,12	1,30	1,27	1,50	1,45	1,86
Winter								
01.10.2017- 31.03.2018	343	363	380	415	436	580	460	594
Verhältnis zu Vent N-Waage		1,08	1,11	1,21	1,24	1,63	1,30	1,76
Sommer								
01.04.2018 - 30.09.2018	322	326	369	453	416	419	529	634
Verhältnis zu Vent N-Waage		1,03	1,13	1,40	1,31	1,35	1,63	1,98

C.5 Literaturverzeichnis

- Cogley, J. G. et al. (2011), *Glossary of Mass Balance and Related Terms*, UNESCO-IHP, Paris.
- Hoinkes, H. (1970), Methoden und Möglichkeiten von Massenhaushaltsstudien auf Gletschern. Ergebnisse der Messreihe Hintereisferner (Ötztaler Alpen) 1953-1968, *Zeitschrift für Gletscherkd. und Glazialgeol.*, 6(1-2), 37–90.
- Hoinkes, H., and R. Steinacker (1975), Zur Parametrisierung der Beziehung Klima - Gletscher, *Riv. Ital. di Geofis. e Sci. Affin.*, 1, 97–103.
- Kuhn, M., G. Markl, G. Kaser, U. Nickus, F. Obleitner, and H. Schneider (1985), Fluctuations of climate and mass balance: Different responses of two adjacent glaciers, *Zeitschrift für Gletscherkd. und Glazialgeol.*, 21, 409–416.
- Klug, C., E. Bollmann, S.P. Galso, L. Nicholson, R. Prinz, L. Rieg, R. Sailer, J. Stötter, and G. Kaser (2017), A reanalysis of one decade of the mass balance series on Hintereisferner, Ötztal Alps, Austria: a detailed view into annual geodetic and glaciological observations, *The Cryosphere Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/tc-2017-132>
- Strasser, U.; Marke, T.; Braun, L. N; Escher-Vetter, H.; Juen, I.; Kuhn, M.; Maussion, F.; Mayer, C.; Nicholson, L.; Niederscheider, K.; Sailer, R.; Stötter, J.; Weber, M.; Kaser, G. (2017): The Rofental: a high Alpine research basin (1890 m - 3770 m a.s.l.) in the Ötztal Alps (Austria) with over 150 years of hydro-meteorological and glaciological observations. *PANGAEA*, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.876120>,

C.6 Verzeichnis verwendeter Akronyme und Symbole

Akronym	Bedeutung	Einheit
AAR	Accumulation Area Ratio	
ALS	airborne laserscanning	
AWS	automatische Wetterstation	
DGPS	differential global positioning system	
ELA	Höhe der Gleichgewichtslinie	m
HEF	Hintereisferner	
IGI	Institut für Geografie der Universität Innsbruck	
ACINN	Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck	
KWF	Kesselwandferner	
LJF	Langtaucherjochferner	
SF	Stationsferner	
VBP	vertikales Bilanzprofil	
VF	Vernagtferner	
w.e.	Wasseräquivalent	
WGMS	World Glacier Monitoring Service	

Symbol	Bedeutung	Einheit
B	Gesamtmassenbilanz	$\text{m}^3 \text{ w.e.} \equiv 10^3 \text{ kg}$
b	(flächen)spezifische Massenbilanz	$\text{mm w.e.} \equiv \text{kg m}^{-2}$
a	(flächen)spezifische Ablation	$\text{mm w.e.} \equiv \text{kg m}^{-2}$
c	(flächen)spezifische Akkumulation	$\text{mm w.e.} \equiv \text{kg m}^{-2}$
S	Gletscherfläche	m^2

Subskript	Bedeutung
A	Ablation (z.B.: B_A : Gesamtmassenbilanz der Gletscherteilfläche mit Netto-Ablation)
C	Akkumulation
W	hydrologisches Winterhalbjahr
S	hydrologisches Sommerhalbjahr
fix	nach fixem Datum (01.10. – 30.09.)
nat	nach dem natürlichen Haushaltsjahr
z	Höhe

D. ANHANG

D.1 Geleistete Arbeiten

D.1.1 Feldkampagnen

Die Feldkampagnen in der Saison 2017/18 im Rofental erforderten fünf Arbeitseinsätze am HEF und drei am KWF, die meistens wurden mehrtägig absolviert. Am HEF wurden 6 Pegel neu gebohrt, mehrere Pegel wurden aufgrund der Unzugänglichkeit nicht mehr nachgebohrt. Zusätzlich wurde der Regenmesser in Vent monatlich, jene im Rofental wie gewohnt ab Anfang April alle zwei Monate abgelesen. Drei Kampagnen (Winterbilanz, Salzkanister bei Regenmesser und Bohrungen am HEF und die Abschlussbilanz) wurden durch einen Hubschrauber unterstützt, wobei starke Windböen bei der Abschlussbilanz eine Landung in den Akkumulationsgebieten unmöglich machte.

Personentage

- **33 Personentage – HEF Massenbilanz (+ Ablesung Totalisatoren)**
- **8 Personentage – KWF Massenbilanz (+ Ablesung Totalisatoren)**
- **15 Personentag – Ablesung Totalisatoren und Wartung AWS Vent**

Personen: Lindsey Nicholson, Alexander Kehl, Marco Gabl, Moritz Oberrauch, Georg Kaser, Kristin Richter, Benjamin Stern, Christoph Stern, Fabien Maussion, Cornelia Zauner, Irmgard Juen, Andrea Mayer, Anna Viola Krappmann, Laslo Kissing, Lilian Schuster, Zora Schirmeister, Kreß Florian, Matthias Göbel, Tim Lutz, Alexander Haidekker, Brett Koblinger, Gabi Waldhart, Klaus Ehrenmüller, Dieter Aman

Alle Kampagnen verliefen unfall- und beinahe verletzungsfrei.

Allen Teilnehmern sei hiermit für ihren Einsatz und ihr Engagement herzlichst gedankt!

D.1.2 Messungen und Analysen

- Es wurden die Grundlagen für die Erstellung der Winter- und Jahresmassenbilanzen nach der glaziologischen Methode am HEF und am KWF (nur Jahresbilanz) gesammelt und ausgewertet, Zustand und Veränderung der Gletscheroberfläche im Lauf der Ablationsperiode dokumentiert und das Netz von Ablationspegeln gewartet. Eine Anpassung der Gletscherausdehnung auf Basis der Laserscans wurde im Zungenbereich durchgeführt.

- Auswertung der geodätischen Winter- und Jahresbilanz auf Basis von drei Lasercans:
 - 14.10.2017
 - 6.5.2018
 - 9.10.2018

Die Auswertung der geodätischen Bilanzen ergibt – wie schon im Vorjahr eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit der gemessenen Massenbilanz.

Gegenüberstellung der Massenbilanzen in den zwei Jahren: glaziologische und geodätische Massenbilanz

Jahr	Bw glaz. [mm we]	Bw geod. [mm we]	Differenz [mm we]	Ba glaz. [mm we]	Ba geod. [mm we]	Differenz [mm we]
2016/17	892	791	-101	-1826	-1822	4
2017/18	1207	1277	70	-1963	-2084	-121

- Die Daten der Wetterstation in Vent wurden als Tageswerte der Lufttemperatur und des Niederschlages berechnet.
- Basierend auf den Messungen an der Niederschlagswaage in Vent, wurden die Regenmesserablesungen interpoliert und monatlich, halbjährlich und jährlich ausgewertet.

D.2 Dokumentation der Feldarbeiten am Hintereisferner und am Kesselwandferner

D.2.1 Feldkampagne 01. – 02.05.2018 und 12.5.2018 – Winterbilanz am HEF

Ziel der Feldkampagne:

- Messung der Massenrücklage aus dem hydrologischen Winterhalbjahr zur Erstellung der Winterbilanz
- Kontrolle der AWS und Ablesung des Totalisators an der Station Hintereis
- Fotodokumentation

Teilnehmer:

- **1.-2.5.2018:** Alexander Kehl (Team 1), Lilian Schuster (Team 1), Zora Schiermeister (Team 1). Lasslo Kissing (Team 2), Anna-Viola Krappmann (Team 2), Andrea Mayer (Team 2)
- **12.5.2018:** Marco Gabl, Konrad Schwarz, Alexander Haidekker, Gabi Waldhart, Brett Koblinger, Klaus Ehrenmüller, Georg Kaser

Ausgeführte Arbeiten:

- 01.05.2018: Schächte L6, Hintereisjoch, Sondierungen. Totalisator an der Station HEF abgelesen und Station überprüft.
- 12.05.2018: Schächte Teufelsegg, Weißkugeljoch und Langtaufererjochferner, Sondierungen.
- Fotodokumentation der Verhältnisse im Untersuchungsgebiet

Ablauf 1.-2.5.2018:

Anreise – und Abreise: Innsbruck (5:20) → Kurzras → Teufelsegg Sessellift → Sommerweg (westlich von Teufelsegg). Abreise wie Anreise (Team 1)

gemeinsamer Aufstieg teilweise zu Fuß aufgrund fehlender Harscheisen+ starke Eisdeckelbildung. Bei Pegel 100 Aufteilung der Teams (Uhrzeit 11:28).

Team 1: GPS Gerät ACINN 1. Richtung Schacht Hintereisjoch und am Weg Sondierungen. Start Schacht 14:32, Abbruch der Schachtmessungen aufgrund Dunkelheit, am nächsten Tag nicht fortgesetzt. Abbruch der Sondierungen am zweiten Tag aufgrund dichten Schneegestöbers, Suche von Team 2 und Rückweg wie Aufstieg.

Team 2: GPS Gerät ACINN 5. Richtung Schacht L6- AWS, schlechte Sicht, mäßig starker Wind. Am Weg Sondierung möglichst vieler Punkte entlang der Route (pegelnah, Dokumentation im Feldbuch), Graben und Auswerten des Schachtes L6- AWS. Aufstieg zum Regenmesser HEF- Teilentleerung + Dokumentation, Aufstieg zur Station HEF- Wartungsarbeiten der Station, Kontrolle der Messgeräte+ Fehlersuche (erfolglos, Spannung 13,5 V, Fehlermeldungen fotografisch dokumentiert), Teilentleerung Waage an der Station (Kanister bei leeren

Gasflaschen deponiert) + Nachfüllen von Frostschutzmittel, Folgetag geplante Sondierungen im oberen Gletscherbereich-> wetterbedingter Abbruch (viel Neuschnee, Sturm, keine Sicht), Aufstieg über Teufeljoch

Ablauf 12.5.2018:

GK aufs Weißkugeljoch, dort Gabi, Klaus, Alex und Brad >> Abfahrt zu Schacht WJ; gemeinsamer Beginn Schacht WJ.

GK mit Gabi und Klaus zu Schacht TE, Grabebeginn 9:40

12:00: Abstich WJ. Dichterohrlänge: 20,5 cm, Tara: 13g (GK, Alex (Waage), Brad (Buch))

Fotos

10² Cu AC Graupel SW 1

13:40: Abstich TE. Dichterohrlänge 21,0 cm, Tara 10g (GK, Gabi(Buch), Klaus(Waage))

Fotos

10² Ac ztw Graupel CO - SW 1, knapp unterhalb Wolkenuntergrenze

Ca. 13:00: Abstich LTJ. Dichterohr: 21 cm, Durchmesser: 5,6 cm

Morgens sonnig, ab 10:00 starke Bewölkung, leichter Graupel und Wind

15:00: Hubschrauber holt Gabi, Klaus, Alex und Bread ab (Foto), GK über das Teufelsegg nach Kurzras. Abfahrt tw im Regen. Kontakt zur Gruppe LJF erst kurz vor Hubschrauberabflug.

WG ist bereits gegen 13h nach Kurzras abgefahren.

Winterschächte 2018:

Schacht L6						
Schacht: L6	H= 210 cm	X =635270	Y =5184823	Alt:2738	Date:	01.05.2017
Laslo Kissing, Andrea Mayer, Anna-Viola Krappmann				Time:	13:15	
Durchmesser Rohr [cm]:		5,6	Länge [cm]:		20,5	
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m³]	Wasserwert [kg/m²]
1	20,5	210	10	0,210	416	85
2	20,5	280	10	0,280	555	114
3	20,5	280	10	0,280	555	114
4	20,5	270	10	0,270	535	110
5	20,5	260	10	0,260	515	106
6	9,5	130	10	0,130	556	53
7	8	120	10	0,120	609	49
8	20,5	290	10	0,290	574	118
9	20,5	290	10	0,290	574	118
10	15	220	10	0,220	595	89
11	20,5	260	10	0,260	515	106
12	7	130	10	0,130	754	53
Gesamt:	203,5	2740	120	2,74	563	1112
				Korrektur Abstichfehler:	37	
				Schnee 30.09.2017:	70	from autumn m.b.
				Schnee seit 01.05.2018:	0	
				Winterbilanz (01.10.2017 bis 30.04.2018)	1079	
Schacht Teufelsegg						
Schacht: TEE	Tiefe = 361,5 d	X = 633345	Y = 5183406	Alt: 3044	Date:	12.05.2017
Georg Kaser, Gabi Waldhart, Klaus Ehrenmüller				Time:	13:40	
Durchmesser Rohr [cm]:		5,6	Länge [cm]:		21	
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m³]	Wasserwert [kg/m²]
1	21,0	240,0	10	0,230	445	93
2	21,0	260,0	10	0,250	483	102
3	21,0	250,0	10	0,240	464	97
4	21,0	270,0	10	0,260	503	106
5	21,0	260,0	10	0,250	483	102
6	21,0	260,0	10	0,250	483	102
7	21,0	250,0	10	0,240	464	97
8	21,0	270,0	10	0,260	503	106
9	21,0	275,0	10	0,265	512	108
10	21,0	280,0	10	0,270	522	110
11	21,0	280,0	10	0,270	522	110
12	21,0	270,0	10	0,260	503	106
13	21,0	255,0	10	0,245	474	99
14	21,0	270,0	10	0,260	503	106
15	21,0	240,0	10	0,230	445	93
16	21,0	260,0	10	0,250	483	102
17	21,0	270,0	10	0,260	503	106
18	2,0	35,0	10	0,025	508	10
Gesamt:	359,0	4495,0	180	4,315	489	1752
				Korrektur Abstichfehler:	12	
				Schnee 30.09.2017:	254	
				Schnee seit 01.05.2018:	44	
				Winterbilanz (01.10.2017 bis 30.04.2018)	1466	

Schacht Weißkugeljoch									
Schacht: WKJ	H = 403 cm	X = 633004	Y = 5184101	Alt: 3150	Date:	12.05.2017			
Georg Kaser, Alexander Haidekker, Brett Koblinger					Time:	12:00			
Durchmesser Rohr [cm]:		5,6	Länge [cm]:		20,5				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m³]	Wasserwert [kg/m²]			
1	21	227	13	0,214	414	87	2 cm Graupel frisch, KG 1 mm		
2	21	260	13	0,247	478	100	10 cm v.o. KG bis 3 mm, feucht, braun (Sahar		
3	21	238	13	0,225	435	91	39 weiß kompakt grobkörnig		
4	21	242	13	0,229	443	93	56 weiß kompakt feinkörnig		
5	21	234	13	0,221	427	90	70 weiß kompakt wieder gröber		
6	21	275	13	0,262	507	106	120 weiß kompakt feinkörnig		
7	21	268	13	0,255	493	104	130 mit Saharastaub		
8	21	280	13	0,267	516	108			
9	21	258	13	0,245	474	99			
10	21	260	13	0,247	478	100			
11	21	283	13	0,270	522	110	230 feinkörnig, kompakt, leicht grau		
12	21	290	13	0,277	536	112	232 Eisschicht		
13	21	260	13	0,247	478	100	260 Eislamelle		
14	21	262	13	0,249	481	101			
15	21	285	13	0,272	526	110			
16	21	241	13	0,228	441	93	318 grobkörniger nach unten hin		
17	21	260	13	0,247	478	100			
18	21	255	13	0,242	468	98			
19	21	250	13	0,237	458	96			
20	4,5	64	13	0,051	460	21	grobkörnig, verkrustet, sauber		
Gesamt:	403,5	4992	260	4,732	476	1921			
			Korrektur Abstichfehler:			-2			
			Schnee bis 30.09.2017:			223			
			Schnee seit 01.05.2018:		10 cm	41			
			Winterbilanz (01.10.2017 bis 30.04.2018)			1654			
Schacht Hintereisjoch									
Schacht: HEJ	H = 491 cm	X = 632399	Y = 5183502	Alt: 3341	Date:	01.05.2018			
Alexander Kehl, Lilian Schuster, Zora Schirmeister					Time:	14:30			
Durchmesser Rohr [cm]:		5,7	Länge [cm]:		21				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m³]	Wasserwert [kg/m²]			
1	21,0	710	550	0,160	299	63	Saharastaub frisch		
2	21,0	780	550	0,230	429	90			
3	21,0	790	550	0,240	448	94			
4	21,0	770	550	0,220	411	86	Eisschicht		
5	21,5	770	550	0,220	401	86			
6	21,0	760	550	0,210	392	82			
7	21,0	760	550	0,210	392	82			
8	21,3	780	550	0,230	423	90			
9	21,0	770	550	0,220	411	86			
10	20,5	760	550	0,210	401	82			
11	21,0	790	550	0,240	448	94			
12	21,4	800	550	0,250	458	98			
13	21,0	800	550	0,250	467	98			
14	21,2	810	550	0,260	481	102			
15	20,6	800	550	0,250	476	98			
16	21,4	810	550	0,260	476	102			
17	21,0	810	550	0,260	485	102			
18	21,2	810	550	0,260	481	102			
19	21,7	790	550	0,240	433	94			
Gesamt:	400,8	14870,0	10450,0	4,4	432	1732			
			Korrektur Abstichfehler:			10			
			Schnee 30.09.2017:			223			
			88 cm bis Eisschicht Vorjahr			423	angenommene Dichte von Abstich 16-18!		
			Schnee seit 01.05.2018:			0			
			Winterbilanz (01.10.2017 bis 30.04.2018)			1942			

Schacht Langtauferejochferner								
Schacht: LJF	H = 335 cm	X = 633843	Y = 5185592	Alt: 3092	Date:	12.05.2018		
Marco Gabl, Konrad Schwarz					Time:	11:05		
Durchmesser Rohr [cm]:		5,6	Länge [cm]:	21				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m³]	Wasserwert [kg/m²]		
1	21	280	10	0,270	522	110	10 cm v.o. Sahraustaub	
2	21	260	10	0,250	483	102		
3	21	275	10	0,265	512	108	45 cm Hartschicht	
4	21	250	10	0,240	464	97	70 cm Hartschicht	
5	21	265	10	0,255	493	104		
6	21	270	10	0,260	503	106		
7	21	270	10	0,260	503	106		
8	21	270	10	0,260	503	106		
9	21	275	10	0,265	512	108		
10	21	275	10	0,265	512	108		
11	21	280	10	0,270	522	110		
12	21	265	10	0,255	493	104		
13	21	270	10	0,260	503	106		
14	21	250	10	0,240	464	97		
15	21	253	10	0,243	470	99		
16	17	170	10	0,160	382	65		
Gesamt:	332	4178	160	4,018	490	1631		
			Korrektur Abstichfehler:			15		
			Schnee 30.09.2017:			180		
			Schnee seit 01.05.2018:			50		
			Winterbilanz (01.10.2017 bis 30.04.2018)			1416		



Abbildung 17: Schacht L6 am 01.05.2018 (Andrea Mayer). Foto: Laslo Kissing.



Abbildung 18: Schacht LTJ am 12.5.2018. Foto: Marco Gabl

D.2.2 Feldkampagne Pegelablesung HEF am 2.07.2018

Teilnehmer:

Alexander Kehl, Andrea Mayer

Ausgeführte Arbeiten:

- Ablesen aller schneefreien Ablesungspegel im Bereich der HEF-Zunge.
- Visuelle Kontrolle der AWS Hintereisferner
- Fotodokumentation

Ablauf:

Fahrt von Innsbruck nach Rofen (PKW Andrea Mayer); Start (6:15) Aufstieg zum Hochjochhospiz und weiter zur Zunge HEF. 1. Ablesung der Pegel: 10:00

GPS.: ACINN1

Pegel sind bereits schneefrei bis hinauf zu Pegel 88, 102 auf ca. 2850 m a.s.l. (Abbildung 19).

Höhere Pegel kaum gefunden, Schneehöhe meist über 50 cm

Alle anderen Zungenpegel wurden gefunden, gemessen und neu im GPS markiert.

Die AWS Hintereisferner wurde visuell kontrolliert. Die Station ist in einem sehr schlechten Zustand (Abbildung 20). Der SR50 Schneehöhensensor: 2,16 m über der Oberfläche, Stange leicht geknickt.

Ende der Arbeiten am Gletscher ca. 17:15

Witterung:

Zu Beginn recht sonnig, windig, 5/8 bewölkt (Cumulus). Am Ende leichter Regen, 7/8 Bewölkung.



Abbildung 19: Die Schneegrenze am HEF am 2.07.2018 auf ca. 2850 m a.s.l.. Foto : Alexander Kehl.

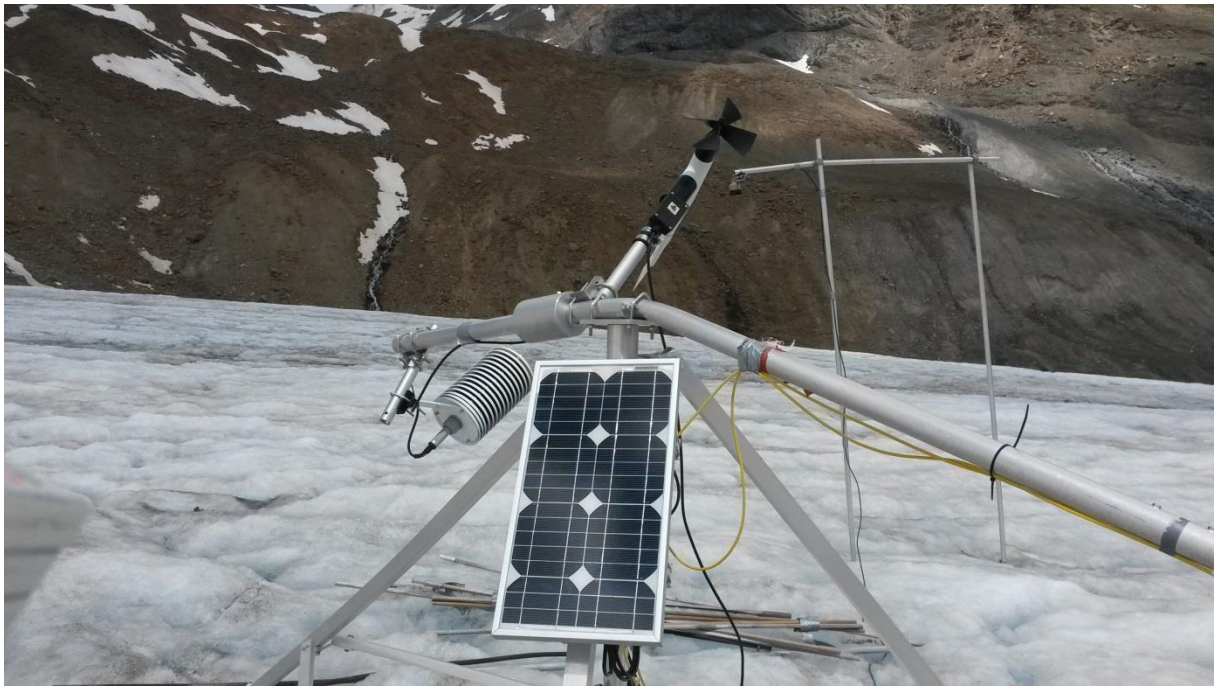


Abbildung 20: AWS-Ice am 02.07.2018. Foto Alexander Kehl

D.2.3 Feldkampagne Pegelablesung am KWF am 31.7.2018

Ziel der Feldkampagne:

- Ablesung der Ablationspegel am KWF
- Ablesung der RM Proviantdepot und Hospiz

Teilnehmer:

- Alexander Kehl, Zora Schirmeister

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

Abfahrt in Innsbruck nach Vent, Aufstieg zum KWF, Beginn der Arbeit ca. 11.30, Ende ca. 19:50

Pegel im Zungenbereich aper (Abbildung 21), Pegel über ca. 3200 konnten aufgrund der Schneedecke nicht abgelesen werden, im obersten Bereich noch > 2 m Schnee!

Ablesung und Teilentleerung des RM Proviantdepot.

Ablesung des RM Hochjochhospiz: 2 leere Kanister sind dort, Windschutz ist eingerissen

Witterung:

Zu Beginn sehr sonnig, (1/8 kleine Cumulus) und sehr warm, gegen Abend: dicke, dunkle Wolken (5/8)



Abbildung 21: Die apere Zunge des KWF am 31.7.2018 Foto: Alexander Kehl

D.2.4 Feldkampagne Pegelablesung und bohren am HEF 1.-4.08.2018

Teilnehmer:

- Alexander Kehl, Lindsey Nicholson, Zora Schirmeister

Ausgeführte Arbeiten:

- Ablesung der Pegel am HEF
- Nachbohren ausapernder Ablationspegel im mittleren bis oberen Bereich des HEF
- Ablesung der RM HEF, PD, LB, VB
- Fotodokumentation

Ablauf:

Aufstieg vom Hochjochhospiz zur Zunge des HEF

Neben anderen Arbeiten (Messkampagne mit 6 Wetterstationen am Gletscher über 10-14 Tage – siehe Kapitel D.3.2) wurden im Laufe der nächsten 3 Tage 6 Pegel neu gebohrt (Dampfbohrer vom Hospiz) und alle Pegel im Zungenbereich und die RM LB, RB, VB und HEF-Station abgelesen

Beim Bohrer ist die Halterung gebrochen (1 Schraube fehlt)



Abbildung 22: Pegel 102 am Rande einer Gletscherspalte. Foto: Alexander Kehl, 01.08.2018



Abbildung 23: Blick Richtung Langtaufenerjochspitze am 01.08.2018. Foto: Alexander Kehl.

D.2.5 Feldkampagne Pegelablesung am KWF und LTJF am 4.-5.9.2018

Teilnehmer:

- Alexander Kehl, Matthias Göbel, Florian Kreß

Ausgeführte Arbeiten:

- Ablesen der Ablationspegel am KWF und LTJF
- Ablesen des Regenmesser in Vent

Ablauf:

Fahrt von Innbruck nach Vent und Aufstieg zum KWF am 4.9.2018. Ablesung der Ablationspegel. Übernachtung im Brandenburger Haus und Querung zum LTJF am 5.9. Beim Abstieg auch die Pegel auf der Zunge HEF abgelesen. Ende ca. 15:00

Die Schneehöhe im oberen Bereich wurde mit der Sondierung massiv überschätzt, weil man bis in die Firnschichten der letzten Jahr vorstieß (bei Pegel 19/15 zB. Schneehöhe mit Sonde sehr variabel: 90cm, 140cm,...). Graben mit der Schaufel ergab schnell (erkennbare Staubschicht und tw. Sehr viel härterer Schnee), dass die Neuschneehöhen bei ca. 20cm liegen. Aus diesen Ergebnissen lässt sich wohl ableiten, dass über die Schneehöhen die Ende Juli nur mit Sonde gemessen wurden keine genaue Aussage gemacht werden kann und vl. Nicht bei >2m lagen.

Aufgrund der heiklen Schneelage, der eindringlichen Warnung der Hüttenwirtin nicht diesen Weg zu gehen und einem von der Brandenburger Haus beobachteten Rettungseinsatz (2er-Seilschaft die eine falsche Spur gewählt haben und nach 8m Spaltensturz blockiert waren) kehrten wir vom Plan ab über den Gepatschferner und das Langtauferer-Joch über Norden zum LTJF zu gehen. Stattdessen stiegen wir den KWF ab, über den Reutherweg (dort auf 40m Bartgeiger beobachtet :-D) und HEF zum LTJF.

Witterung:

An beiden Tagen sonnig und nur leicht bewölkt (2-3/8 Cumulus).

D.2.6 Feldkampagne Jahresabschluss am HEF am 03.10.2018

Teilnehmer:

- Kristin Richter, Christoph Stern, Benjamin Stern, Irmgard Juen

Ausgeführte Arbeiten:

- Ablesen aller auffindbaren/zugänglicher Ablationspegel
- Ablesung und Befüllung RM Vent

Ablauf:

Abfahrt in Innsbruck um 5:30Uhr nach Rofen im Ötztal. Ablesung und Befüllung vom RM Vent (7:00). Flug mit Heli Tirol um 8:30 Uhr.

Geplante Landung im oberen Bereich bei Schacht HEJ (einziger Bereich mit Restschnee) aufgrund von starken Windböen nicht möglich. Absetzung bei der Station, von dort Aufstieg zum Schacht. Wegen starker Zerklüftung und erschwelter Sichtbarkeit der Spalten wegen Windverwehungen (Abbildung 24) erweist sich der Aufstieg als sehr schwierig und um 11:00 Entscheidung dass wir uns auf die Ablesung der Pegel im Zungenbereich konzentrieren. Mitgenommenes GPS defekt – also keine Anhaltspunkte. Zur späteren Identifizierung der Pegel werden diese mit dem Handy vermessen. Die Begehung ist mühsam und immer wieder brechen wir in Spalten ein die von einer leichten Schneeschicht verdeckt sind – starke Windverwehungen. Mehrere Pegel werden nicht gefunden und dürften inzwischen in Spalten sein (z.B. Pegel 102). Letzte Ablesung um 16:10 (Pegel L9) und Abstieg nach Rofen – Ankunft: 19:15

Witterung:

In der Früh wolkenlos, sehr rasch aufziehende Bewölkung, im oberen Bereich teils sehr windig (Föhn). Im Tagesverlauf immer mehr Wolken und teilweise kalter Wind.

HEF_Eis_2018 (Abbildung 25):

15:10 – click SR50 o.k.

SR50 Höhe: über Schnee 330 cm; Schnee 10 cm



Abbildung 24: Ablesung des Pegels 95 am 3.10.2018. Die starken Windverwehungen machen die Begehung schwierig. Foto: Christoph Stern.



Abbildung 25: Die Wetterstation auf der Zunge des HEF am 03.08.2018. Foto: Christoph Stern.

D.2.7 Feldkampagne Jahresabschluss am KWF am 05.10.2018

Teilnehmer:

- Fabien Maussion, Moritz Oberrauch, Cornelia Zauner

Ausgeführte Arbeiten:

- Ablesen aller auffindbaren/zugänglicher Ablationspegel am KWF
- Schneeschächte SS1 und SS2

Allgemein:

Feldbuch: KWF 1, GPS: ACINN 3

Neuschnee Oktober ca. 20 cm – nicht separat gerechnet und einfach nicht berücksichtigt.

Schächte:

Neuschnee nicht gemessen, Schacht SS1 bis Altschnee; SS2 bis Eis

Wetter:

Sonnig



Abbildung 26: Schacht SS1 am 5.10.2018. Foto: Fabien Maussion.

Schächte am KWF, 5.10.2018:

Schacht SS1						
Schacht: SS1	H=80	X: 635997,9	Y: 5190328,5	Alt: 3294	Date:	05.10.2018
Fabien Maussion, Moritz Oberrauch, Cornelia Zauner				Time:	7:30 MESZ	
Durchmesser Rohr [cm]		5,70	Länge [cm]	20		
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m³]	Wasserwert [kg/m²]
1	20,0	0	0	0,000	0	0
2	20,0	810	550	0,260	509	102
3	20,0	830	550	0,280	549	110
4	20,0	810	550	0,260	509	102
5	20,0	810	550	0,260	509	102
Gesamt:	80,0	3260,0	2200,0	1,1	519	415
			Korrektur Abstichfehler:	0	kg/m²	
			Schnee September 2017	273	kg/m²	
			Neuschnee Oktober 2018	0	kg/m²	
			Bilanz 2017/18:	142	kg/m²	
Schacht SS2						
Schacht: SS2	H = 92 cm	X: 635848,8	Y:5189843,5	Alt: 3251	Date:	05.10.2018
Fabien Maussion, Moritz Oberrauch, Cornelia Zauner				Time:	9:00 MESZ	
Durchmesser Rohr [cm]		5,70	Länge [cm]	20		
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m³]	Wasserwert [kg/m²]
1	22,0	0	0	0,000	0	0
2	20,0	840	550	0,290	568	114
3	20,0	840	550	0,290	568	114
4	20,0	840	550	0,290	568	114
5	10,0	695	550	0,145	568	57
Gesamt:	70,0	3215,0	2200,0	1,0	568	398
			Korrektur Abstichfehler:	0	kg/m²	
			Schnee Sept 2017	272	kg/m²	
			Neuschnee Oktober 2018	0	kg/m²	
			Bilanz 2017/18:	125	kg/m²	



Abbildung 27: Schacht SS2 am 5.10.2018. Foto: Fabien Maussion.

D.3 Dokumentation sonstiger Feldarbeiten in Vent und im Rofental

D.3.1 Die Regenmesser im Rofental

Das Rofental ist seit vielen Jahrzehnten Gegenstand von intensiven Niederschlagsmessungen. Seit 1905 werden monatliche Niederschlagssummen in Vent (1.890 m a.s.l.) aufgezeichnet. 6 Totalisatoren werden bis heute jeweils am 1.4., 1.6., 1.8. und 1.10 abgelesen und mit den Niederschlagsdaten von Vent auf monatliche Niederschlagssummen umgerechnet. Die Totalisatoren Hochjochhospitz, Proviantdepot, Rofenberg und Station Hintereis (HEF) wurden 1952 aufgebaut, die Totalisatoren Vernagtbrücke und Latschbloder im Jahr 1965

Die Wartung der AWS in Vent und die monatliche Ablesung des RM Vent wurde in den Wintermonaten von Philipp Vettori und Rainer Diwald oder Irmgard Juen durchgeführt. Es wurde versucht die Ablesungen der RM mit den Feldarbeiten am HEF oder KWF zu kombinieren. Gesonderte Ablesungen wurden am 1.4., 28.4., 1.5. und am 25.5. (siehe Tabelle 11) durchgeführt. Der Austausch des undichten RM Latschbloder erfolgte am 25.5. 2018, der neue Topf ist aus Plastik (Nr. 59).

Die Winterbefüllung der RM (Salz und Öl) erfolgte zum Teil mit Salzmischungen aus den Altbeständen des hydrographischen Dienstes des Landes Tirol, 4 Regenmesser wurden mit der üblichen Mischung (5,8 kg Salz + 8 l Wasser) befüllt.

Um die Sicherheit zu gewährleisten sollten die Regenmesser im nächsten Sommer unbedingt einer generellen Wartung unterzogen werden.

Folgende Mängel sollten behoben werden:

- RM in Vent ist sehr schief und sinkt immer weiter ein
- RM Proviantdepot und Hochjochhospitz: Wartung der Tritte notwendig, teilweise fehlen Stufen. Windschutz bei RM Hochjochhospitz ist eingerissen

Datum	Ausgeführte Arbeit	Personen	Vernagtbücke	Proviantdepot	Hochjochospiz	Station Hintereis	Rofenberg	Latschbloder	Vent
05.10.2017	Winterbefüllung Totalisatoren	Matthias Dusch, Maria Siller, L. Nicholson	+	+	+	+	+	+	+
31.10.2017	Wartung/Ablesung Vent	Rainer Diewald, Philipp Vettori	-	-	-	-	-	-	+
01.12.2017	Wartung/Ablesung Vent	Rainer Diewald, Philipp Vettori	-	-	-	-	-	-	+
03.01.2018	Wartung/Ablesung Vent	Rainer Diewald, Philipp Vettori	-	-	-	-	-	-	+
01.02.2018	Wartung/Ablesung Vent	Rainer Diewald, Philipp Vettori	-	-	-	-	-	-	+
02.03.2018	Wartung/Ablesung Vent	Irmgard Juen	-	-	-	-	-	-	+
31.3.-01.04.20	RM Ablesungen	Tim Lutz, Alexander Kehl	+	+	+	-	-	-	+
28.04.2018	RM Ablesungen	Georg Kaser	-	-	-	-	+	+	-
01.05.2018	Wartung/Ablesung Vent und HEF	L. Kissing, A. Mayer, A. Krappmann, I. Juen	-	-	-	+	-	-	+
25.05.2018	RM Ablesungen/Austausch LB	Marco Gabl, Irmgard Juen	+	+	+	(4.7.2018) +	+	+	+
31.7.-4.8.2018	RM Ablesungen	Z. Schirmeister, A. Kehl, L. Nicholson	+	+	+	+	+	+	+
3.-5.10.2018	Winterbefüllung Totalisatoren	G. Kaser, I. Juen, B. u. Ch. Stern, D. Aman	+	+	+	+	+	+	+

Tabelle 11: Ablesetabelle der RM im Rofental 2017/18.

D.3.2 Sonstige Feldarbeiten am HEF

Im Rahmen mehrere Forschungsprojekte wurden im Laufe des Sommers 2018 intensive Messkampagnen am Hintereisferner durchgeführt. Die Feldarbeiten umfassten ein Team aus Spezialisten um folgenden Fragestellungen auf den Grund zu gehen

1. **large scale terrestrial laser scans** (TLS) vom Hintereisferner um die Oberflächenänderung im August zu erfassen ([Rudi Sailer](#), Universität Innsbruck)
2. **Lokale Windmessungen auf mehreren Ebenen** um die Oberflächenrauigkeit zu berechnen. Diese ist für den turbulenten Austausch mit der Oberfläche (Atmosphäre - Gletscher) entscheidend ([Mark Smith](#), Josh Chambers, Tom Smith von der Universität Leeds)
3. **Direkte Messungen der nahen Oberflächenturbulenz** um die Wärmeströme von den umliegenden Hängen auf den Gletscher zu messen ([Rebecca Mott](#), Max Kehl von KIT/IMK-LFU)
4. **Mehrere Stationen zur Erfassung der katabitschen Winde** auf dem Gletscher ([Iva Stiperski](#), Alexander Kehl, [Lindsey Nicholson](#), Jordan Mertes from the Universität Innsbruck)
5. **Thermische Erfassung der Luftbewegung nahe der Oberfläche** ([Rebecca Mott](#), Max Kehl von KIT/IMK-LFU)

Die Teams wurden aus unterschiedlichen Projekten finanziert.

Team Leeds: [INTERACT](#) Transnational Access Grant, for their project “Glacier Aerodynamic Roughness Estimate” (GLARE).

Team KIT: [Swiss National Science Foundation](#) (SNF)

Team Innsbruck: [Austrian Science Fund](#) (FWF)

Aktuelle Infos zu den Arbeiten und Auswertungen finden sich in diversen Blogs:

<http://lindseynicholson.org/2018/11/hefex-hinteract-summer-of-fieldwork/>

<https://arcticresearch.wordpress.com/category/blogs-from-the-field/rough-ice/>.

<https://eu-interact.org/field-sites/station-hintereis/>

Veröffentlichungen aus diesen Feldarbeiten sind in Arbeit und im nächsten Jahr zu erwarten.