
HINTEREIS- und KESSELWANDFERNER MASSENHAUSHALTSTUDIEN

Abschlussbericht über das Haushaltsjahr 2013/14
- inklusive der Auswertungen der Totalisatoren im Rofental



Der Hintereisferner am 08.09.2014. Foto: Rainer Prinz.

HINTEREIS- und KESSELWANDFERNER MASSENHAUSHALTSSTUDIEN

Abschlussbericht über das Haushaltsjahr 2013/14

Innsbruck, im Dezember 2014

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 den Rektor sowie vom Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck und aus einem Forschungsprojekt des Südtiroler Wissenschaftsfonds (Institut für Geographie der Universität Innsbruck) erbracht.

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser
Koordination der Feldarbeiten und Auswertungen: Mag. Rainer Prinz und Mag. Stephan Galos

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

Das Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck erhebt den Massenhaushalt des Hintereis- und Kesselwandfeners unter Anwendung der direkten glaziologischen Methode.

Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Arbeiten und Ergebnisse aus dem hydrologischen Jahr 2013/14.

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-4
B.4	Gletscherfläche 2013.....	B-4
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-5
C.3	Massenbilanz Kesselwandferner.....	C-11
C.4	Totalisatoren im Rofental.....	C-15
C.5	Literaturverzeichnis.....	C-16
C.6	Verzeichnis verwendeter Akronyme und Symbole.....	C-16
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.....	D-2
D.2.1	Feldkampagne 04.+05.05.2014.....	D-2
D.2.2	Feldkampagne 09.07.2014.....	D-7
D.2.3	Feldkampagne 31.07.-02.08.2014.....	D-8
D.2.4	Feldkampagne 27.+28.08.2014.....	D-10
D.2.5	Feldkampagne 19.09.2014.....	D-12
D.2.6	Feldkampagne 27.+28.09.2014.....	D-13
D.3	Dokumentation der Feldarbeiten am Kesselwandferner.....	D-17
D.3.1	Feldkampagne 10.07.2014.....	D-17
D.3.2	Feldkampagne 22.08.2014.....	D-18
D.3.3	Feldkampagne 24.+25.09.2014.....	D-20

D.4	Dokumentation sonstiger Feldarbeiten in Vent und im Rofental	D-24
D.4.1	Ablesung des Regenmessers und Kontrolle der Wetterstation in Vent.....	D-24
D.4.2	Wartung der automatischen Kamera am Rofenberg	D-24
D.4.3	Regenmesserrunde 29.+30.03.2014	D-25
D.4.4	Regenmesserrunde 31.05.2014	D-26
D.4.5	Regenmesserrunde 31.10.2014	D-27

A. ZUSAMMENFASSUNG

Für den **Hintereisferner** brachte das Haushaltsjahr 2013/14 mit **-122 mm w.e.**¹ eine schwach negative Massenbilanz (Tabelle 1). Durch den schneereichen Winter war die Albedo der Gletscheroberfläche bis in den Frühsommer sehr hoch. Selbst in den warmen und trockenen Monaten Mai und Juni blieben daher auch die untersten Höhenstufen der Gletscher größtenteils schneebedeckt. Der Sommer brachte zahlreiche Neuschneefälle und trug somit wesentlich zu einer für den Gletscher günstigen Witterung im Haushaltsjahr 2013/14 bei. Die Massenbilanz ist die am geringsten negative der letzten Dekade (Abbildung 1). Die kumulative Entwicklung der Massenbilanzreihe ist in Abbildung 2 dargestellt.

Tabelle 1: Kennzahlen des Bilanzjahres 2013/14 für den Hintereisferner².

	Winter			Sommer		gesamtes Jahr	
	Fläche	B _W	b _W	B _S	b _S	B	b
	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[mm w.e.]	[m ³ w.e.]	[mm w.e.]	[m ³ w.e.]	[mm w.e.]
	6659	9138459	1372	-9949715	-1494	-811256	-122
S _C [10 ³ m ²]	4065		B _C [m ³ w.e.]	3283978		b _C [mm w.e.]	808
S _A [10 ³ m ²]	2594		B _A [m ³ w.e.]	-4095234		b _A [mm w.e.]	-1579
ELA	2990	m a.s.l.	S _C /S _A	1,567		AAR	0,610

Für den **Kesselwandferner** brachte das Haushaltsjahr 2013/14 mit **459 mm w.e.** eine positive Massenbilanz (Abbildung 1 und Tabelle 2). Aufgrund der besonderen Geometrie des Kesselwandfernens [Kuhn *et al.*, 1985] konnte die Winterakkumulation in dem ausgedehnten und hoch gelegenen Firnbecken den Sommer überdauern, während lediglich auf der schmalen und relativ kurzen Zunge Nettoablation stattfand. Zuletzt konnte im Jahr 2000/01 eine ähnlich positive Massenbilanz verzeichnet werden.

Tabelle 2: Kennzahlen des Bilanzjahres 2013/14 für den Kesselwandferner

	gesamtes Jahr						
	Fläche	B	b				
	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[mm w.e.]				
	3608	1655985	459				
S _C [10 ³ m ²]	2809		B _C [m ³ w.e.]	2193698		b _C [mm w.e.]	781
S _A [10 ³ m ²]	799		B _A [m ³ w.e.]	-537713		b _A [mm w.e.]	-673
ELA	3109	m.a.s.l	S _C /S _A	3,514		AAR	0,778

¹ Eine Liste der Akronyme und Symbole findet sich in Kapitel C.6.

² 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 vom IMGI zur Verfügung gestellt.

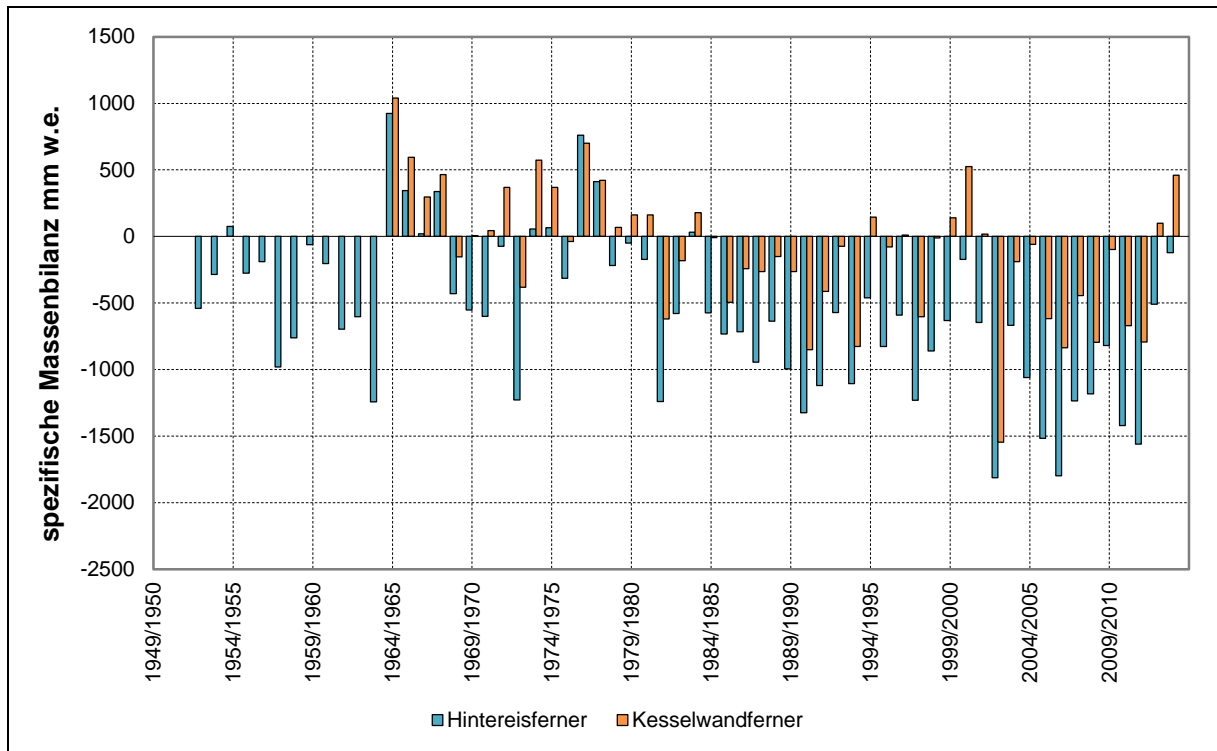


Abbildung 1: Die Massenbilanzreihen des Hintereis- und Kesselwandferners (Quelle: IMG I).

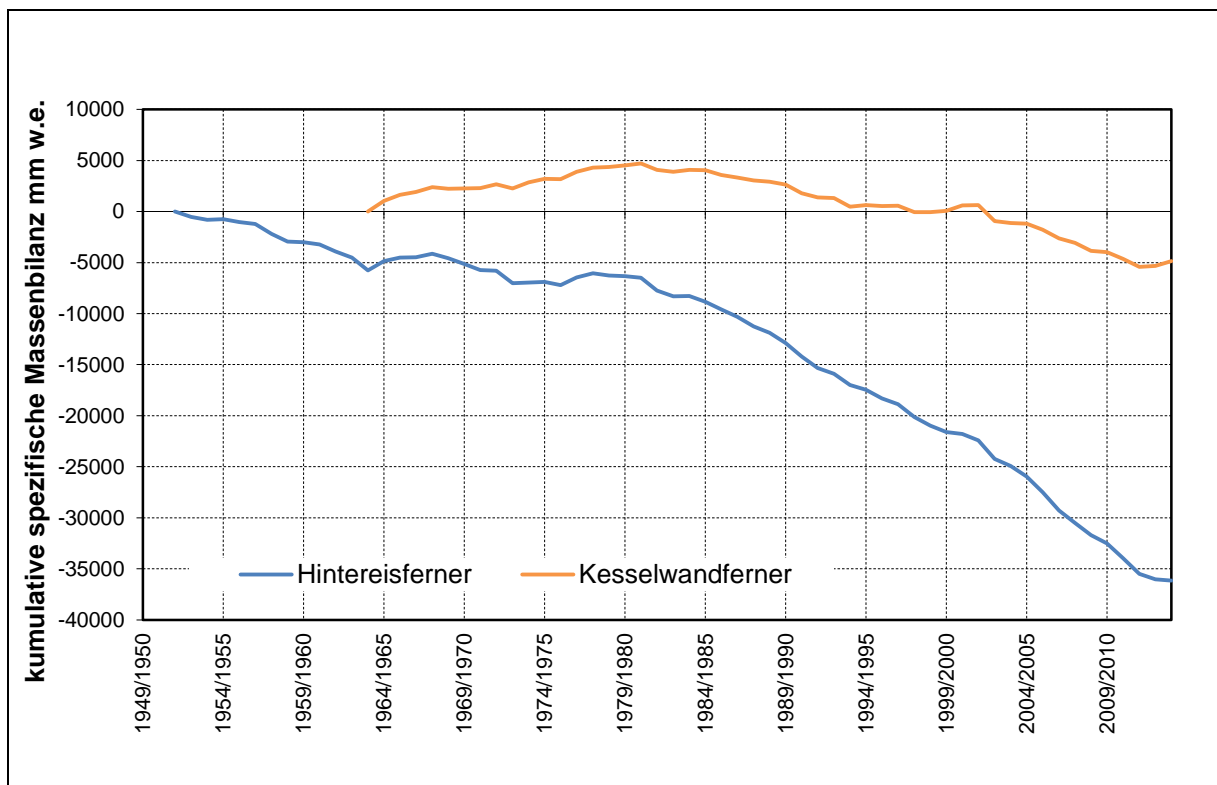


Abbildung 2: Die kumulativen Massenbilanzreihen des Hintereis- und Kesselwandferners (Quelle: IMG I).

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 Stationsfernens (SF) und des Langtaufererjochfernens (LJF) gezählt.

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. 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 Abbildung 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.

Auch am KWF wird seit 2013/14 vom IMGI die oben beschriebene Methode angewandt. Bisher wurde die Massenbilanz durch das Messen der freien Enden der Pegel im Rahmen von Eisbewegungsmessungen entlang der zentralen Fließlinie ermittelt. Die Feldarbeiten hierfür fanden meist Ende August oder Anfang September statt. Eine Korrektur zum 30.09. erfolgte durch Übertragung von Ablations-, Akkumulations- und Dichtewerten vom HEF. Eine Messkampagne zum Ende des Haushaltsjahres am KWF vermeidet nun diese Unsicherheiten und ein differenziertes Bild der räumlichen Verteilung der Massenbilanz wird tatsächlich gemessen.

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 Geographischen Informationssystem 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.

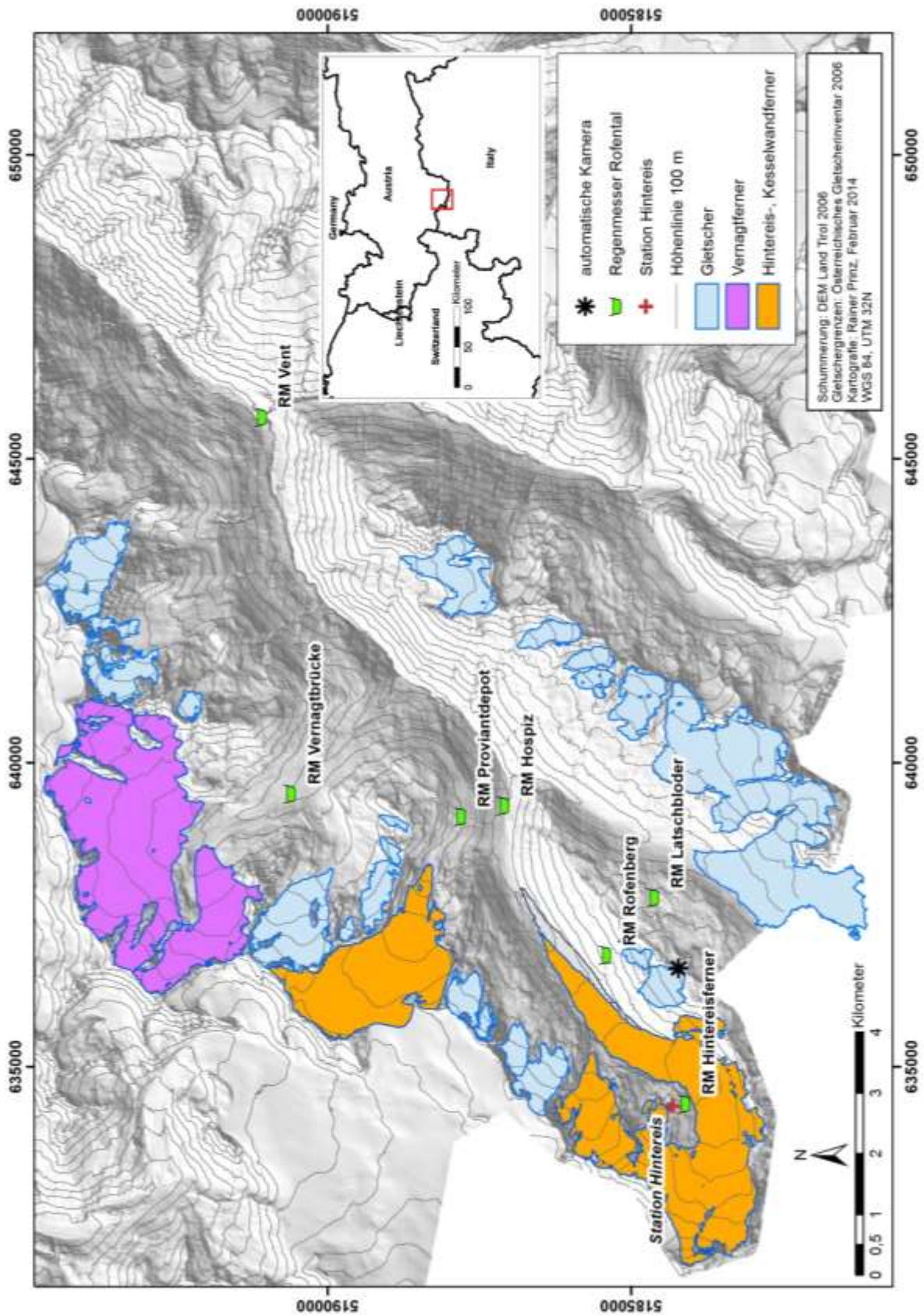


Abbildung 3: Die Gletscher im Einzugsgebiet des Abflusspegels der Rofenache/Vent. Hervorgehoben sind die Gletscher mit Massenbilanzmessungen (Vernagtferner: Kommission für Erdmessung und Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften).

B.3 Messnetz

Das Messnetz am HEF (Abbildung 4) 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. Die Pegel entlang der zentralen Fließlinie werden jährlich mit DGPS vermessen. Im Sommer 2014 wurde das Pegelnetz auf dem LJF erweitert, um die Analysen auf diesem Teil des Gletschers besser abzusichern.

Die Ausaperung am HEF dokumentiert eine automatische Kamera, welche vom Rofenberg, östlich des Hinteren Eises, täglich zwei Fotos der oberen Bereiche des HEF aufnimmt (Abbildung 3).

Zusätzlich betreibt das IMG I drei automatische Wetterstationen im Rofental: in Vent (zur Messung der Lufttemperatur und des Niederschlages), an der Station Hintereis (Luftdruck, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung, Strahlungskomponenten und Schneehöhe) 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 Niederschlagstotalisatoren betreut. Die Station Hintereis (3026 m) des IMG I dient als Unterkunft während der Feldkampagnen (Abbildung 4).

Das Messnetz am KWF (Abbildung 5) wurde im Haushaltsjahr 2013/14 vom IMG I komplett neu aufgesetzt. Dabei wurden die Ablationspegel in der Nähe der bestehenden Pegel zur Bewegungsmessung gebohrt, zusätzlich aber auch über die Gletscherfläche verteilt.

B.4 Gletscherfläche 2013

Zur Aktualisierung der Gletscherfläche (Tabelle 3) wurde vom Institut für Geographie der Universität Innsbruck das aktuellste Laserscan Geländemodell (aufgenommen am 04.09.2013) zur Verfügung gestellt. Unschärfen in den Gletscherabgrenzungen entstehen durch Schutt- oder Schneebedeckung und den Veränderungen von Eisscheiden. Erstere wurde (sofern erkennbar) wie bisher üblich nicht zur Gletscherfläche gezählt. Aufgrund der zeitnahen Feldbegehung zum Aufnahmedatum des Laserscans konnten Fehler durch Schneebedeckung minimiert werden. Die Eisscheiden wurden anhand ihrer Oberflächentopographie aus dem hochauflösenden Geländemodell definiert. Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen die Flächenveränderungen an den beiden Gletschern.

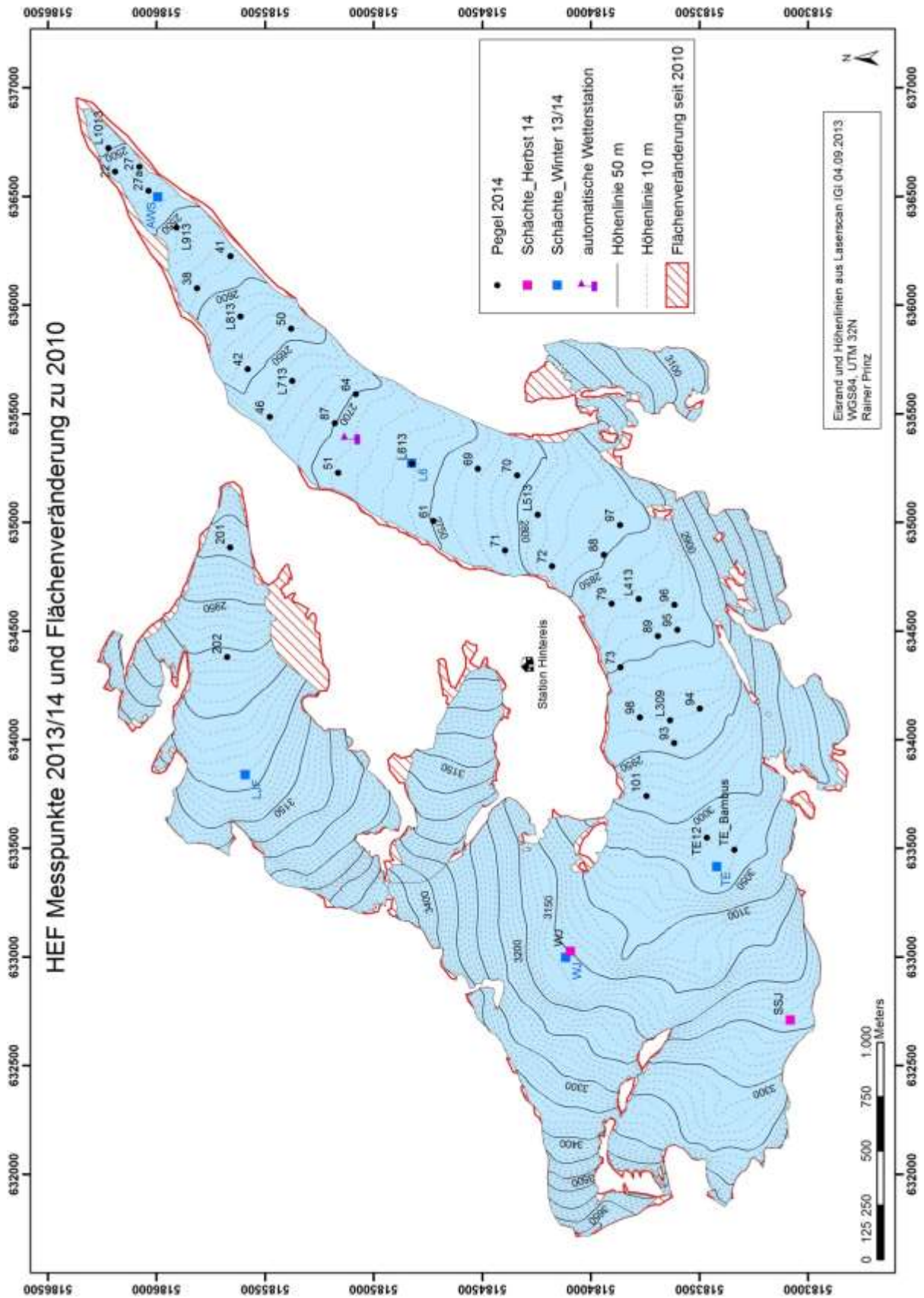


Abbildung 4: Messpunkte am HEF im Haushaltsjahr 2013/14 und Flächenveränderung seit 2010.

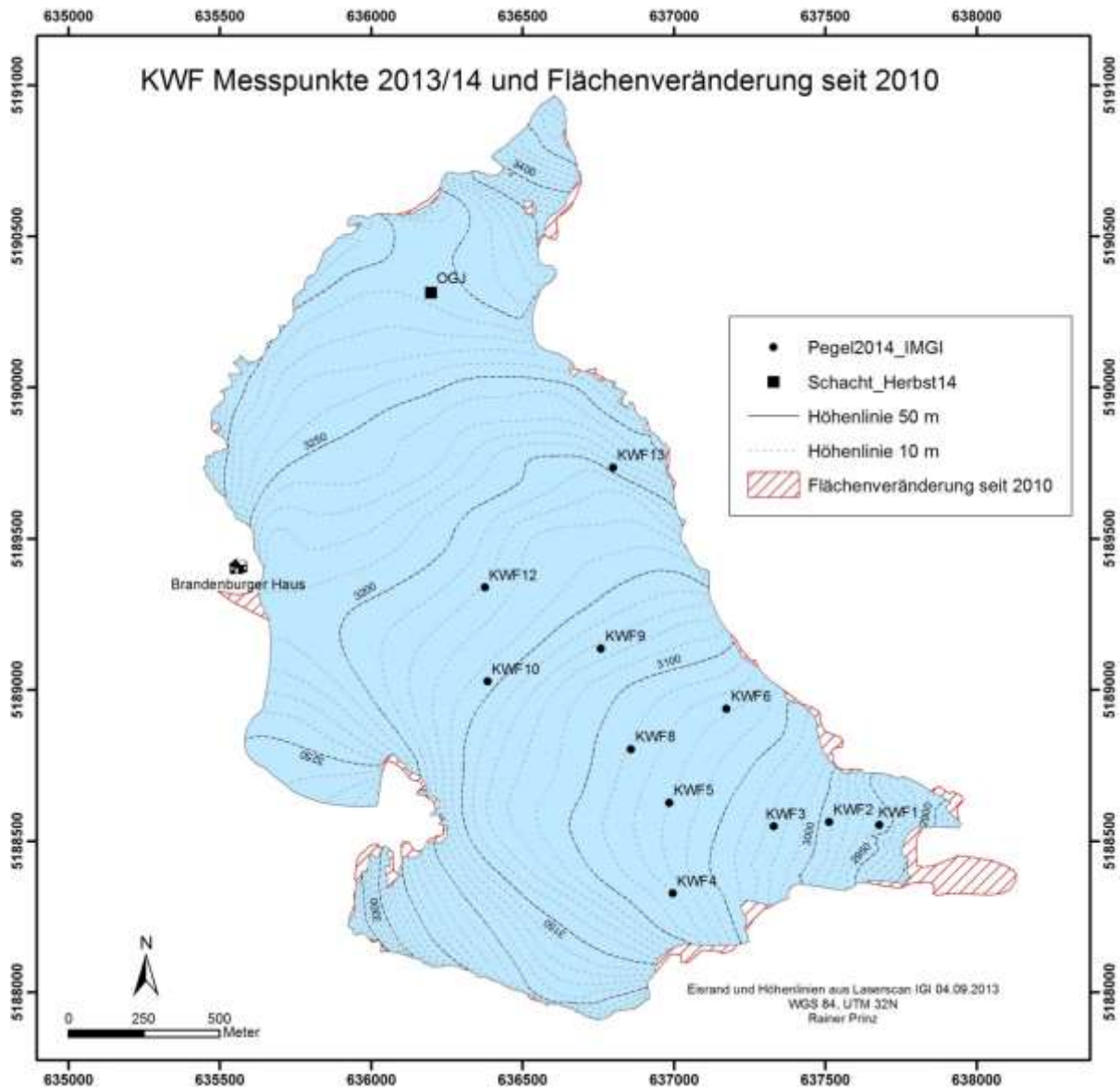


Abbildung 5: Messpunkte am KWF im Haushaltsjahr 2013/14 Flächenveränderung seit 2010.

Tabelle 3: Gletscherflächen 2010 und 2013 und deren Veränderungen (Δ : absolut; $\Delta\%$: relativ) von HEF und KWF in km^2 .

	2010	2013	Δ	$\Delta\%$
HEF	6,879	6,659	-0,220	-3,20
KWF	3,678	3,608	-0,070	-1,90

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 (Tabelle 4) und in situ Beobachtungen während der Feldkampagnen können diese Faktoren quantifiziert werden. Die Winterniederschläge 2013/14 lagen in allen Monaten (ausgenommen im März) deutlich über dem langjährigen Mittel (1905-2006). Ergiebige Schneefälle bis zu den untersten Höhenstufen der Gletscher gab es noch Anfang Juli. Die Sommertemperaturen waren nur im Juni und September überdurchschnittlich hoch. Der für die Eisablation maßgebliche Monat August war kühl und die ergiebigen Niederschläge fielen bis in Höhen unter 3000 m regelmäßig als Schnee. Ein Starkniederschlagsereignis am 13.08. führte zu einem Murgang (Kapitel D.2.4) auf die unterste Zunge des HEF, wo sich Geschiebe ablagerte und die Ablation je nach Mächtigkeit des Schuttes kleinräumig differentiell beeinflusste. Nach einer trockenen und warmen Witterungsphase im September aperten die Gletscher wieder auf etwa 3000 m aus. Die Ablation durch die warme und trockene Witterung setzte sich bis ins hydrologische Jahr 2014/15 fort und endete erst mit markanten Schneefällen und der Ausbildung einer kontinuierlichen Schneedecke am 21.10.2014.

Durch den schneereichen Winter war die Albedo der Gletscheroberfläche bis in den Frühsommer sehr hoch. Selbst in den warmen und trockenen Monaten Mai und Juni blieben die daher auch die untersten Höhenstufen der Gletscher größtenteils schneebedeckt. Der Sommer brachte zahlreiche Neuschneefälle und trug somit wesentlich zu einer für die Gletscher günstigen Witterung im Haushaltsjahr 2013/14 bei.

Tabelle 4: Monatsmittel der Lufttemperatur und Monatssummen und des Niederschlages an der Station Vent, 2013/14.

Monat	Lufttemperatur [°C]	Abweichung vom Mittel 1906-2005 [°C]	Niederschlag [mm]	Abweichung vom Mittel 1906-2005 [mm]
Oktober	6,0	2,9	117	65
November	-2,0	0,3	101***	51
Dezember	-2,6	2,9	80	40
Jänner	-3,0	3,7	68	29
Februar	-2,9	3,2	83	48
März	-1,0	2,2	38	0
April	3,6	3,4	93	49
Winter	-0,3	2,6	580	282
Mai	6,1	1,2	53	-9
Juni	11,0	2,9	73	-6
Juli			136	48
August	8,7*	-0,8	126	35
September	9,0	2,1	48	-14
Sommer	8,7**	0,8	436	54
hydrologisches Jahr	3,0**	1,4	1016	336
*) 14.08.-31.08.; **) ohne Juli; ***) N-Waage HD				



Abbildung 6: Oberhalb von ~2950 m gibt es am HEF Ende Juli noch eine geschlossene Altschneedecke. Foto: Georg Kaser, 31.07.2014.

C.2 Massenbilanz Hintereisferner

C.2.1 Winterbilanz

Die Winterbilanz 2013/14 wurde am 04.+05.05.2014 gemessen. Durch die Nähe zum Termin und die trocken-kalte Witterung seitdem wurden keine Korrekturen zum 30.04. angebracht. Das Massenmaximum wurde vermutlich nach den Schneefällen Ende Mai erreicht.

181 Schneehöhenmesspunkte (Abbildung 7) und fünf Schneeschächte (Tabelle 5 und Abbildung 7) zur Dichtemessung bildeten die Basis zur Analyse der Winterbilanz.

Die detaillierten Mess- und Beobachtungswerte aus den Schneeschächten sind im Kapitel D.2.1 aufgelistet, Abbildung 7 zeigt die Messpunkte und die räumliche Verteilung der Winterbilanz am Hintereisferner. Tabelle 7 zeigt die Winterbilanz nach Höhenstufen.

Die mittlere spezifische Winterbilanz des Hintereisferners 01.10.2013-30.04.2014 beträgt:

$$b_w = 1372 \text{ mm w.e.}$$

Auf dem Hintereisferner haben sich im Laufe des glaziologischen Winterhalbjahres $B_w = 9,138 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ Wasser angesammelt.

Tabelle 5: HEF, Winterbilanz 2013/14: Schneehöhe, Dichte und Wasserwert der Schneeschächte für das hydrologische Winterhaushaltsjahr (Lage der Schneeschächte in Abbildung 4).

	Schneehöhe [cm]	Dichte [kg/m ³]	b _w [mm w.e.]
AWS	182	484	865
L6	237	430	980
LJF	320	407	1273
TE	414	398	1629
WJ	360	408	1460

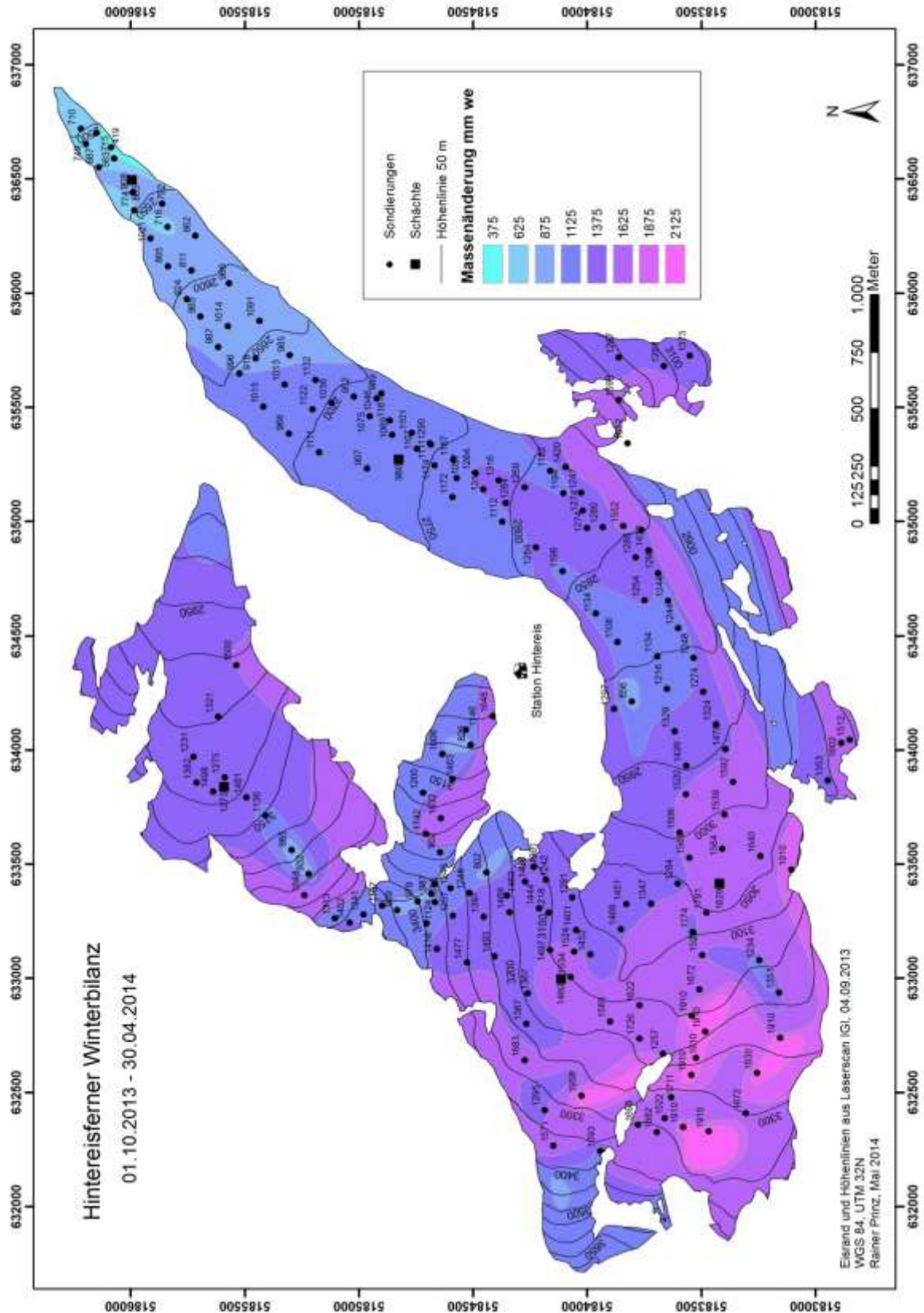


Abbildung 7: Punktwerte und räumliche Verteilung der Massenbilanz im Winterhaushaltsjahr am Hinterseesfer (01.10.2013 – 30.04.2014).

C.2.2 Jahresbilanz

Der Bestimmung der Ablation im Haushaltsjahr 2013/14 liegen Messungen und Beobachtungen aus fünf Feldkampagnen und an 39 Pegeln zugrunde (Tabelle 6). An 35 dieser Messpunkte konnte die Ablation über das gesamte Haushaltsjahr ermittelt werden.

Zur Messung der Massenrücklage in Form von Altschnee und Herbstschnee (Neuschnee vom Spätsommer oder Herbst bis zum Ende des Haushaltsjahres) wurden zwei Schneeschächte an den Positionen Steinschlagjoch (SSJ) und Weißkugeljoch (WJ) angelegt (Abbildung 4 und Kapitel D.2.6). Bei SSJ wurde nur bis zum markanten Saharastaubhorizont vom 19.02.2014 gegraben und somit nur Herbstschnee gemessen. Aufgrund mehrerer Eislamellen ist der Staubhorizont sehr hart und dient sehr wahrscheinlich als stratigraphische Referenz für die Winterbilanzmessung 2014/15. Die mittlere Altschneedichte aus WJ wird als repräsentativ für den HEF angenommen, da mehrere Dichtemessungen zwischen 25.09. und 03.10.2014 in den Ötztaler Alpen und der Ortler Gruppe nur eine geringe Schwankungsbreite in den Altschneedichten zwischen 520 und 537 kg/m³ ergaben. Zusätzlich zu den Schneedichtemessungen wurden 45 Schneehöhenmessungen (Tabelle 12 in Kapitel D.2.6) durchgeführt, wobei jeweils die Höhe des Alt- und des Herbstschnees gemessen wurden, um eine bessere räumliche Information der Massenrücklage zu erhalten.

Die Abschlussbegehung am HEF fand am 27. und 28.09., also nahe dem 30.09. und damit dem Ende des Haushaltsjahres, statt. Auf eine entsprechende Korrektur der Messungen wurde verzichtet, da bis zum Ende des Haushaltsjahres keine Niederschläge verzeichnet wurden. Die sonnige und warme Witterung in diesen zwei Tagen führte sicher noch zu geringer Ablation an den schneefreien und besonnten Flächen. Die entsprechenden Werte liegen aber erfahrungsgemäß im Unsicherheitsbereich der Methode.

Zur Extrapolation von den Punktwerten auf die Gletscherfläche wurden Fotos des Ausaperungsmusters nahe dem Massenminium hinzugezogen (Abbildung 8 und Abbildung 9). Die Punktwerte sind zudem neben den vertikalen Bilanzprofilen in Abbildung 10 sowie in Abbildung 11 eingetragen. Tabelle 7 zeigt die Bilanzwerte nach Höhenstufen sowie alle weiteren Kennwerte der Massenbilanz 2013/14.

Die mittlere spezifische Massenbilanz des Hintereisferners für das hydrologische Haushaltsjahr 01.10.2013 – 30.09.2014 beträgt: **$b = -122 \text{ mm w.e.}$**

Der Hintereisferner hat im Laufe des hydrologischen Haushaltsjahres 2013/14 **$B = 0,811 \cdot 10^6 \text{ m}^3$** Wasser verloren.

Tabelle 6: Ablation an den Pegeln des Hintereisferners 2013/14.

Pegel	Ablation [cm] bis 09.07.2014	02.08.2014	28.08.2014	19.09.2014	28.09.2014	c He 2013 [mm w.e.]	Schneehö he He 2014 [cm]	c He 2014 [mm w.e.]	b [mm w.e.]	
22	166	147	118	86	24	0	0	0	-4869	Pegelposition obsolet
27	247	147								
27a			115	70	20	0	0	0	-5391	
38		223	80	68	15	0	0	0	-3474	rekonstruiert aus mittlerer Ablation umliegender Pegel
41	121	132	108	62	18	0	0	0	-3969	
42	85	119	77	67	16	0	0	0	-3276	
46		142	91	Ende						Wert fraglich
50		250	88	75	18	0	0	0	-3879	
51		93	77	66	17	8	0	0	-2285	
61		68		101	15	16	0	0	-1672	
64		135	93	54	9	0	0	0	-2619	
69		51		131	9	0	0	0	-1719	
70		20		Ende						
71		30		115	1	32	0	0	-1346	
72		30		111	9	32	0	0	-1382	
73				32	9	40	0	0	-409	
79		19		110	5	44	9	36	-1214	
87		126	83	57	14	0	0	0	-2520	
88		13		99	4	32	4	16	-1060	
89				78	7	24	7	28	-761	
93				25	7	48	5	20	-316	
94				26	7	48	5	20	-325	
95				62	5	16	2	8	-611	
96				46	5	40	4	16	-483	
97				109	10	8	0	0	-1079	
98				33	2	52	0	0	-367	
101				31	8	64	0	0	-415	
201					173	0	0	0		
202			0		37	44	5	20	-357	
L3/09				33	5	44	0	0	-386	
L4/13				74	14	44	0	0	-836	
L5/13		28		112	8	4	0	0	-1336	
L6/13		80		135	15	0	0	0	-2070	
L7/13		182	93	63	15	0	0	0	-3177	
L8/13	85	106	95	54	16	0	0	0	-3204	
L9/13	105	138	111	68	21	0	0	0	-3987	
L10/13	194	154	125	94	26	0	0	0	-5337	
TE_12						84	30	161	77	
TE_Bambus						116	93	499	383	

Dichte Septemberschnee 2014 aus Schächten SSJ und WJ: 410 bzw. 489 kg/m³. Bei den Pegeln lag am 28.09. nur noch Schnee vom Niederschlagsereignis 25.09., dessen Dichte auf 400 kg/m³ geschätzt wurde. Bei den TE Pegeln lag noch Altschnee, daher wurde die Dichte analog Schacht WJ (537 kg/m³) angenommen.



Abbildung 8: Stand der Ausaperung am Ende des Haushaltsjahres am HEF. Foto: automatische Kamera IMG1, 30.09.2014.



Abbildung 9: Kaum schneefreie Flächen am LJF nahe dem Maximum der Ausaperung: Foto: Doris Hermle, 28.09.2014.

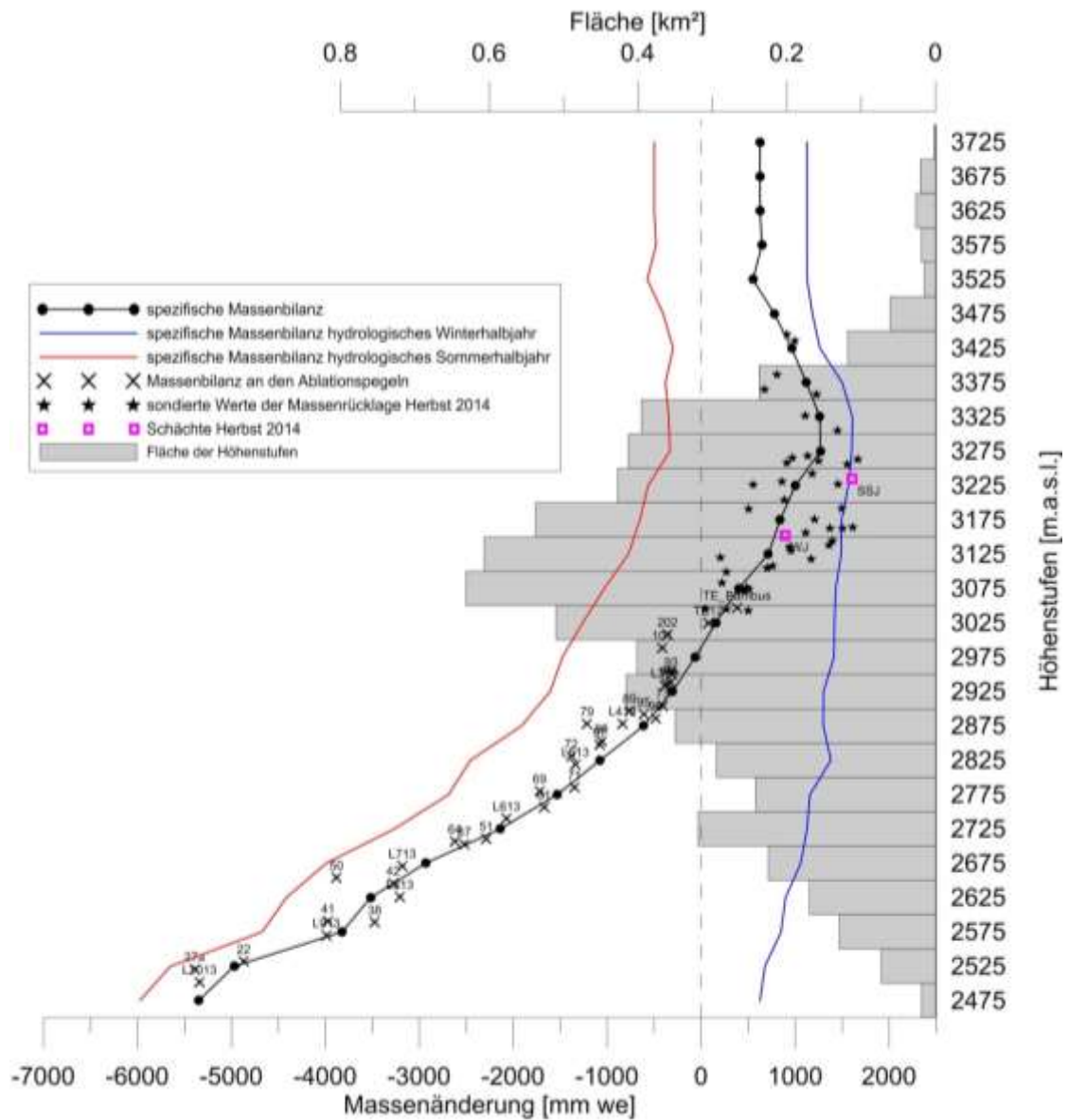


Abbildung 10: Die vertikalen Bilanzprofile am Hintereisferner im Haushaltsjahr 2013/14.

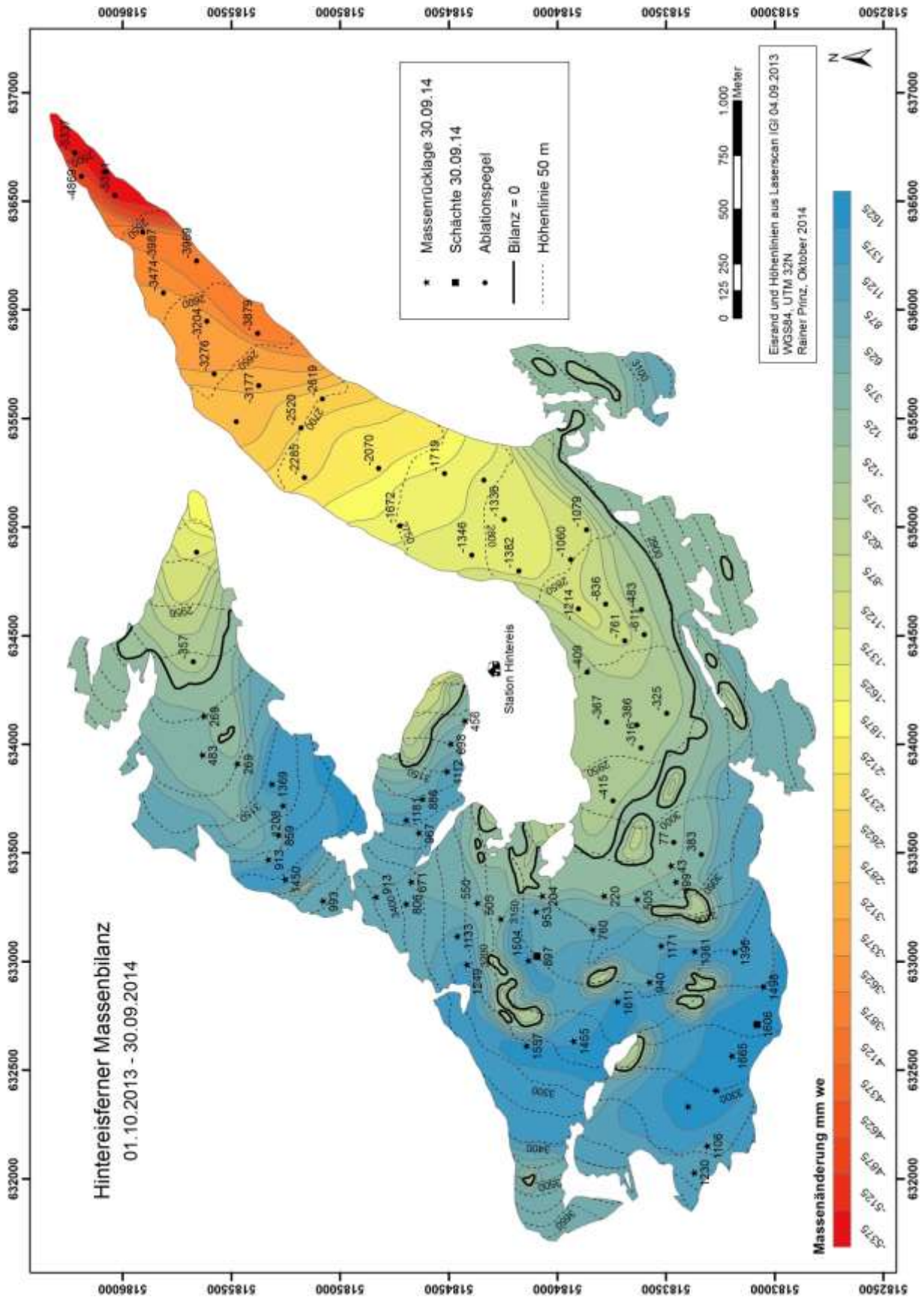


Abbildung 11: Die räumliche Verteilung der Massenbilanz am Hintereisferner im Haushaltsjahr 01.10.2013 – 30.09.2014.

Tabelle 7: Kennzahlen und Massenbilanzen des Hintereisferners im Haushaltsjahr 2013/14 für die Gesamtfläche und aufgeteilt nach Höhenstufen.

	Winter			Sommer		gesamtes Jahr	
	Fläche [10 ³ m ²]	B _w [m ³ w.e.]	b _w [mm w.e.]	B _s [m ³ w.e.]	b _s [mm w.e.]	B [m ³ w.e.]	b [mm w.e.]
	6659	9138459	1372	-9949715	-1494	-811256	-122
S _C [10 ³ m ²]	4065		B _C [m ³ w.e.]	3283978		b _C [mm w.e.]	808
S _A [10 ³ m ²]	2594		B _A [m ³ w.e.]	-4095234		b _A [mm w.e.]	-1579
ELA	2990	m a.s.l.	S _C /S _A	1,567		AAR	0,610

Winterbilanz				Sommerbilanz			
Höhenstufe [m.a.s.l.]	Fläche [10 ³ m ²]	B _w [m ³ w.e.]	b _w [mm w.e.]	Höhenstufe [m.a.s.l.]	Fläche [10 ³ m ²]	B _s [m ³ w.e.]	b _s [mm w.e.]
2475	19	11817	625	2475	19	-112975	-5975
2525	73	49343	677	2525	73	-411406	-5648
2575	129	109745	849	2575	129	-603738	-4673
2625	169	151900	897	2625	169	-748111	-4416
2675	225	238161	1059	2675	225	-897701	-3992
2725	319	359079	1125	2725	319	-1042721	-3267
2775	242	279742	1157	2775	242	-650220	-2689
2825	295	406334	1380	2825	295	-723419	-2456
2875	350	454502	1299	2875	350	-669635	-1913
2925	416	540507	1300	2925	416	-668483	-1608
2975	401	566585	1412	2975	401	-592989	-1478
3025	510	723432	1418	3025	510	-644173	-1262
3075	631	903154	1431	3075	631	-652305	-1034
3125	607	903552	1489	3125	607	-471084	-776
3175	538	802828	1493	3175	538	-351402	-653
3225	427	669550	1567	3225	427	-241563	-565
3275	413	661699	1602	3275	413	-137605	-333
3325	396	636295	1609	3325	396	-137347	-347
3375	237	355550	1499	3375	237	-90363	-381
3425	118	148786	1262	3425	118	-35343	-300
3475	61	72353	1183	3475	61	-24799	-405
3525	15	16970	1126	3525	15	-8667	-575
3575	19	21332	1125	3575	19	-9113	-481
3625	26	29652	1125	3625	26	-13179	-500
3675	20	22969	1125	3675	20	-10208	-500
3725	2	2623	1125	3725	2	-1166	-500
Summe	6659	9138459	1372	Summe	6659	-9949715	-1494

Jahresbilanz			
Höhenstufe [m.a.s.l.]	Fläche [10 ³ m ²]	B [m ³ w.e.]	b [mm w.e.]
2475	19	-101158	-5350
2525	73	-362064	-4971
2575	129	-493993	-3823
2625	169	-596212	-3519
2675	225	-659540	-2933
2725	319	-683643	-2142
2775	242	-370478	-1532
2825	295	-317085	-1077
2875	350	-215133	-615
2925	416	-127976	-308
2975	401	-26404	-66
3025	510	79259	155
3075	631	250850	397
3125	607	432468	713
3175	538	451426	839
3225	427	427987	1002
3275	413	524095	1269
3325	396	498947	1262
3375	237	265188	1118
3425	118	113443	962
3475	61	47554	778
3525	15	8303	551
3575	19	12219	644
3625	26	16473	625
3675	20	12761	625
3725	2	1457	625
Summe	6659	-811256	-122

C.3 Massenbilanz Kesselwandferner

Der Bestimmung der Ablation im Haushaltsjahr 2013/14 liegen Messungen und Beobachtungen aus drei Feldkampagnen an 11 Pegeln zugrunde. An allen dieser Messpunkte konnte die Massenänderung für das gesamte Haushaltsjahr ermittelt werden (Tabelle 8). Zur Messung der Massenrücklage in Form von Altschnee und Herbstschnee (Neuschnee vom Spätsommer oder Herbst bis zum Ende des Haushaltsjahres) wurde ein Schneeschacht unterhalb des Oberen Guslarjochs (OGJ) angelegt (Abbildung 5). Zusätzlich wurden 34 Schneehöhenmessungen (Tabelle 13 in Kapitel D.3.3) durchgeführt, wobei jeweils die Höhe des Alt- und des Herbstschnees gemessen wurden, um eine bessere räumliche Information der Massenrücklage zu erhalten.

Die Abschlussbegehung am KWF fand am 24. und 25.09., also nahe dem 30.09. und damit dem Ende des Haushaltsjahres, statt. Auf eine entsprechende Korrektur der Messungen wurde verzichtet, da bis zum Ende des Haushaltsjahres nur geringe Niederschläge verzeichnet wurden. Die sonnige und warme Witterung führte aufgrund der großen Höhe und der geringen Ablationsfläche vermutlich nur zu sehr geringer Ablation und liegt im Unsicherheitsbereich der Methode. Zur Extrapolation der Punktwerte auf die Gletscherfläche wurden Fotos des Ausaperungsmusters nahe dem Massenminium hinzugezogen (Abbildung 12 und Abbildung 13). Die Punktwerte sind zudem neben dem vertikalen Bilanzprofil in Abbildung 14 sowie in Abbildung 15 eingetragen. Tabelle 9 zeigt die Bilanzwerte nach Höhenstufen sowie alle weiteren Kennwerte der Massenbilanz 2013/14.

Am KWF hat der Verlauf der Witterung zu einer positiven Jahresbilanz geführt. Der Unterschied zum HEF (schwach negative Bilanz) ist in der unterschiedlichen Flächenhöhenverteilung begründet [Kuhn *et al.*, 1985].

Die mittlere spezifische Massenbilanz des Kesselwandferners für das hydrologische Haushaltsjahr 01.10.2013 – 30.09.2014 beträgt: **$b = 459 \text{ mm w.e.}$**

Der Kesselwandferner hat im Laufe des hydrologischen Haushaltsjahres 2013/14 **$B = 1,656 \cdot 10^6 \text{ m}^3$** Wasser angesammelt.

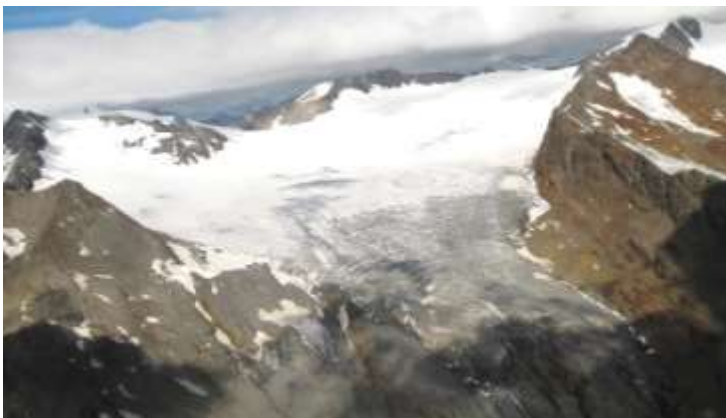


Abbildung 12: Der KWF nahe der maximalen Ausaperung. Foto: Rainer Prinz, 08.09.2014.

Tabelle 8: KWF, Haushaltsjahr 2013/14: Die Massenänderung an den einzelnen Messpunkten.

Pegel	Ablation [cm] bis 10.07.2014	23.08.2014	25.09.2014	c He 2013 [mm w.e.]	Schnee- höhe He 2014 [cm]	davon Altschnee [cm]	Sommer- schnee ² [cm]	Neuschnee [cm]	c He 2014 [mm w.e.]	b 2013/14 [mm w.e.]
KWF01	50		254	57	0	0	0	0	0	-2793
KWF02	0	75	69	60	0	0	0	0	0	-1356
KWF03	0	47	59	75	0	0	0	0	0	-1029
KWF04	0		77	110	0	0	0	0	0	-803
KWF05	0	25	24	90	3	0	0	3	8	-523
KWF06	0	25	44	110	11	0	0	11	30	-701
KWF08	0	0	17	120	10	0	0	10	27	-246
KWF09	0	0	1	150	8	0	0	8	22	-137
KWF10	0	0	0	160	22	12	3	7	97	-63
KWF12	0	0	0	150	147	133	7	7	769	619
KWF13	0	0	41	30	4	0	0	4	11	-388
	rekonstruiert vom HEF oder von umliegenden Pegeln									
	¹ Rücklagen aus dem vorigen Haushaltsjahr in mm w.e. ² Schnee über Saharastaubschicht, aber kein Neuschnee Schneddichten aus Schacht OGJ: Altschnee: 540 kg/m ³ Sommerschnee: 450 kg/m ³ Neuschnee: 270 kg/m ³									



Abbildung 13: Der KWF zum Ende des Haushaltsjahres. Foto: Rainer Prinz, 03.10.2014.

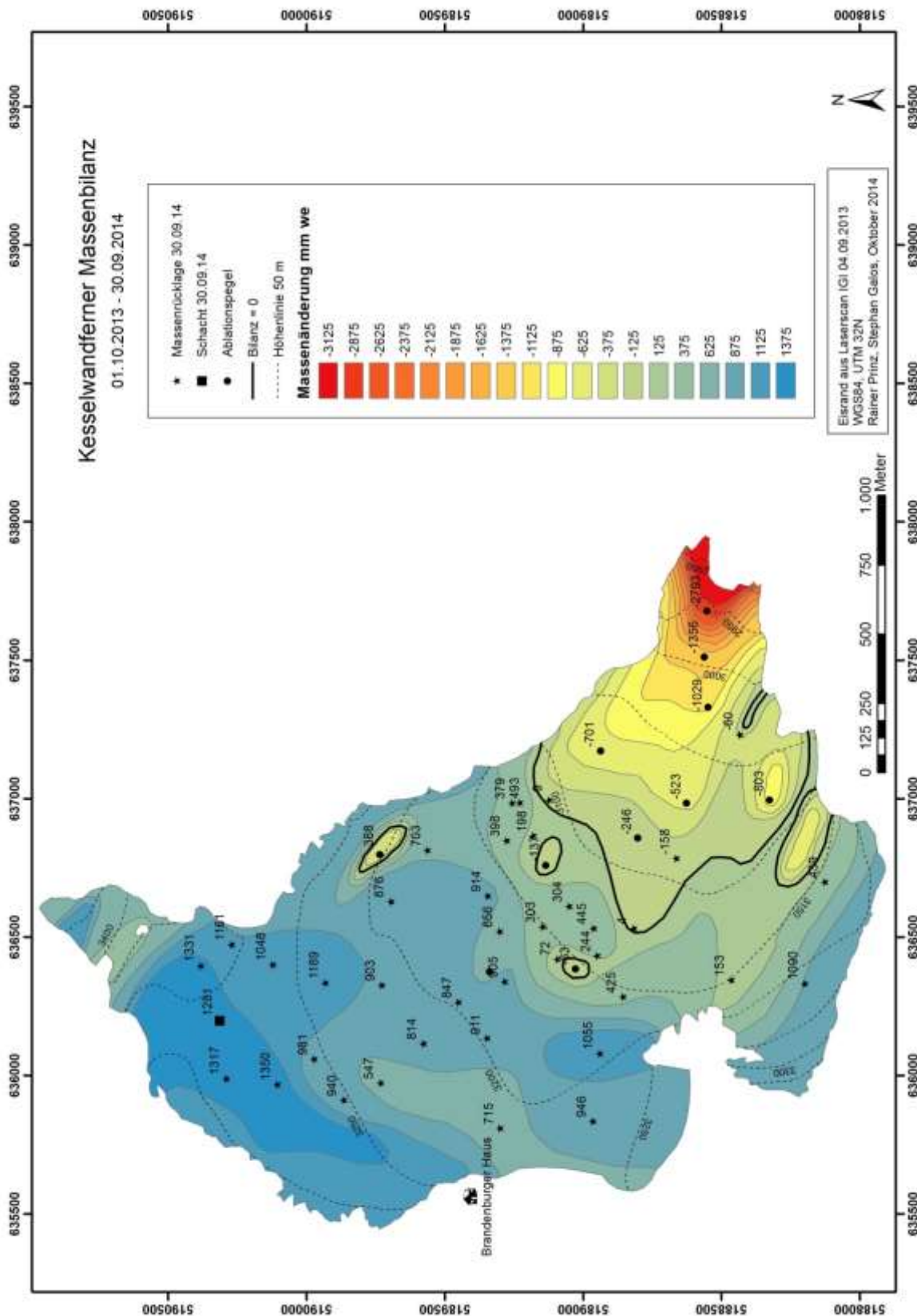


Abbildung 14: Punktwerte und räumliche Verteilung der Massenbilanz am Kesselwandferner im Haushaltsjahr 01.10.2013 – 30.09.2014.

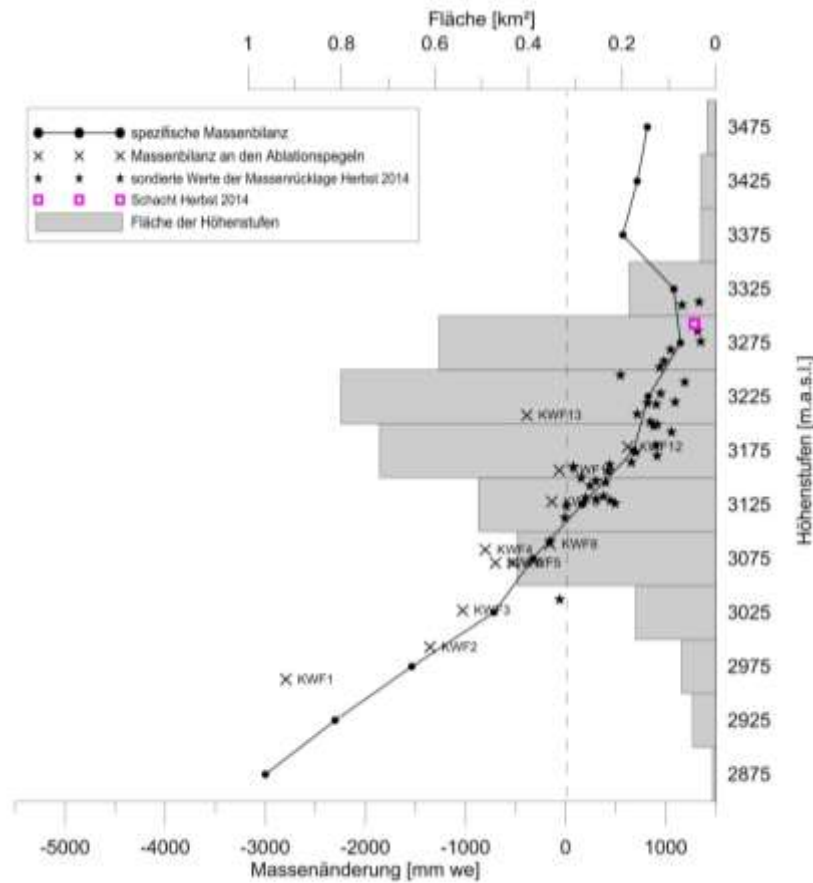


Abbildung 15: Das vertikale Bilanzprofil am Kesselwandferner im Haushaltsjahr 2013/14.

Tabelle 9: Kennzahlen und Massenbilanz des Kesselwandferners im Haushaltsjahr 2013/14 für die Gesamtfläche und aufgeteilt nach Höhenstufen.

		gesamtes Jahr			
Fläche	B	b			
[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[mm w.e.]			
3608	1655985	459			
S_c [10³ m²]	2809	B_c [m³ w.e.]	2193698	b_c [mm w.e.]	781
S_A [10³ m²]	799	B_A [m³ w.e.]	-537713	b_A [mm w.e.]	-673
ELA	3109 m.a.s.l.	S_c/S_A	3,514	AAR	0,778
Jahresbilanz					
Höhenstufe	Fläche	B	b		
[m.a.s.l.]	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[mm w.e.]		
2875	6	-18191	-2999		
2925	49	-112984	-2303		
2975	73	-111865	-1536		
3025	171	-122413	-717		
3075	424	-139233	-328		
3125	507	81185	160		
3175	719	486226	676		
3225	801	660666	824		
3275	591	677743	1146		
3325	185	199278	1079		
3375	32	18237	569		
3425	32	22703	714		
3475	18	14634	815		
Summe	3608	1655985	459		

C.4 Totalisatoren im Rofental

Die Lage der Totalisatoren im Rofental zeigt Abbildung 3, die Koordinaten sind in Tabelle 10 angeführt. Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse der Ablesungen im Haushaltsjahr 2013/14. 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.4) und am 31.10.2014 entleert und neu mit Frost- und Verdunstungsschutz beschickt.

Tabelle 10: 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
Hochjochospiz	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 11: Niederschlagsmengen (mm) im Einzugsgebiet des Pegels Rofenache im hydrologischen Jahr 2013/14.

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								
01.10.2013 - 30.09.2014	1016	951	880	891	998	1151	1159	1696
Verhältnis zu Vent N-Waage		0,94	0,87	0,88	0,98	1,13	1,14	1,67
Winter								
01.10.2013 - 31.03.2014	487	438	409	404	453	516	487	765
Verhältnis zu Vent N-Waage		0,90	0,84	0,83	0,93	1,06	1,00	1,57
Sommer								
01.04.2014 - 30.09.2014	529	513	471	487	545	635	672	931
Verhältnis zu Vent N-Waage		0,97	0,89	0,92	1,03	1,20	1,27	1,76

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.

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	
IMGI	Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck	
KWF	Kesselwandferner	
LJF	Langtaufererjochferner	
SF	Stationsferner	
VBP	vertikales Bilanzprofil	
VF	Vernagtferner	
w.e.	Wasseräquivalent	
WGMS	World Glacier Monitoring Service	

Symbol	Bedeutung	Einheit
B	Gesamtmassenbilanz	m ³ w.e. $\equiv 10^3$ kg
b	(flächen)spezifische Massenbilanz	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 2013/14 im Rofental erforderten sechs Arbeitseinsätze am HEF und drei am KWF, die meistens mehrtägig absolviert wurden. Zusätzlich wurde der Regenmesser in Vent monatlich, jene im Rofental wie gewohnt ab Anfang April alle zwei Monate abgelesen. Die Wartung von Infrastruktur bedingte zusätzliche Feldarbeiten. Insgesamt waren 17 Personen aus verschiedenen, auch internationalen Instituten bei den Feldmessungen beteiligt. Drei Kampagnen wurden durch einen Hubschrauber unterstützt.

Personentage

- **54 Personentage – Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck:**
Rainer Prinz (26), Stephan Galos (8), Hannah Prantl (5), Georg Kaser (3), Johannes Landmann (3), Lindsey Nicholson (3), Federico Covi (2), Philipp Vettori (2), Tobias Zolles (2),
- **5 Personentage – Institut für Geographie der Universität Innsbruck:**
Doris Hermle (3), Thomas Geisler (2),
- **ein Personentag** jeweils für Michael Adamer (**Department of Physics, University of Oxford**), Anna Haberkorn (**Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos**) und Felix Schüller (**alpS**),
- **5 Personentage** durch private Helfer (Daniela Brugger, Martin Kaser, Andreas Prinz).

Alle Kampagnen verliefen unfall- und 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, das Netz von Ablationspegeln gewartet, angepasst und zum Teil neu gestaltet, sowie die Gletscherflächen aktualisiert.
- Die Daten der Wetterstation in Vent wurden als Tageswerte der Lufttemperatur und des Niederschlages berechnet.
- Basierend auf die Niederschlagswaage in Vent wurden die Regenmesserablesungen monatlich, halbjährlich und jährlich ausgewertet.

D.2 Dokumentation der Feldarbeiten am Hintereisferner

D.2.1 Feldkampagne 04.+05.05.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Messung der Massenrücklage aus der Akkumulationsperiode 2013/14 zur Erstellung der Winterbilanz am Hintereisferner

Teilnehmer:

- Rainer Prinz, Stephan Galos, Hannah Prantl, Federico Covi, Tobias Zolles – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Anna Haberkorn – SLF, Davos

Ausgeführte Arbeiten:

- 04.05.: Schächte TE, WJ, L6, und AWS und Schneehöhensondierungen und Ablesung Totalisator Station Hintereis
- 05.05.: Schacht LJF und Schneehöhensondierungen am SF, LJF sowie Kontrolle AWS Station Hintereis
- Fotodokumentation

04.05.: Zustieg von Kurzras mit der Seilbahn und Sessellift zum Hintereis und Abfahrt auf den HEF. Durch windbedingten Stillstand der Lifte Ankunft am Gletscher erst gegen 11:00. Aufteilung in drei Gruppen und Zuweisung der Arbeitsgebiete. S. Galos und A. Haberkorn kehren abends zurück nach Kurzras, alle anderen übernachteten auf der Station Hintereis.

05.05.: Nach abgeschlossener Arbeit Rückkehr nach Kurzras gegen 17:00.

Situation:

04.05.: Nach Kaltfrontdurchzug südlich des Hauptkammes rasche Auflockerung und in der Früh noch stürmischer, ab Mittag nur mehr mäßiger Nordföhn, besonders im Kammbereich. Am HEF nur wenige cm Neuschnee. Für die Jahreszeit kalt mit morgens etwa -10°C auf 3000 m. In der Früh noch kammnahe Restbewölkung, später wolkenlos.

05.05.: Schwach windig tw. windstill, hohe Bewölkung (max. 3/8) Ci und Cc (len). Deutlich wärmer mit etwa 0°C auf 3000 m.

Schacht: WJ	H = 360 cm	X: 633006	Y: 5184107	Alt: 3166	Date:	04.05.2014
Rainer Prinz, Federico Covi					Time:	15:00 MESZ
Durchmesser Rohr cm		5,64				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
1	22,0	690	550	0,140	255	56
2	21,0	700	550	0,150	286	60
3	21,0	750	550	0,200	381	80
4	21,0	720	550	0,170	324	68
5	21,0	745	550	0,195	372	78
6	21,0	750	550	0,200	381	80
7	21,0	760	550	0,210	400	84
8	20,5	765	550	0,215	420	86
9	21,0	790	550	0,240	457	96
10	21,0	790	550	0,240	457	96
11	21,0	795	550	0,245	467	98
12	21,0	800	550	0,250	477	100
13	21,0	785	550	0,235	448	94
14	21,0	780	550	0,230	438	92
15	21,0	785	550	0,235	448	94
16	22,0	815	550	0,265	482	106
17	21,0	780	550	0,230	438	92
Gesamt:	358,5	13000	9350	3,650	408	1461
Stratigraphie						
360-312	Schnee seit 26.04.					
312-278	Schmelzformen					
278-277	Saharastaub Ende März					
277-235	Schmelz- und runde Formen mit 2 Eislamellen					
235-232	Saharastaub 19.02.					
232-87	runde Formen					
87-0	kantige Formen					
0	Oberfläche Herbst 2013					
0- -40	Septemberschnee 2013					



Abbildung 16: Der HEF am 05.05.2014 vom Teufelsegg gesehen. Foto: Rainer Prinz.

Schacht: AWS	H = 182 cm	X: 636492	Y: 5186002	Alt: 2530	Date:	04.05.2014
Tobias Zolles, Hannah Prantl					Time:	13:30 MESZ
Durchmesser Rohr cm	5,64					
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
1	20,0	780	550	0,230	460	92
2	20,0	805	550	0,255	510	102
3	20,0	785	550	0,235	470	94
4	18,5	770	550	0,220	476	88
5	20,0	790	550	0,240	480	96
6	20,0	815	550	0,265	530	106
7	20,0	785	550	0,235	470	94
8	20,0	810	550	0,260	520	104
9	20,0	770	550	0,220	440	88
Gesamt:	178,5	7110	4950	2,160	484	865
Stratigraphie						
194-167	Schmelzformen					
167-164	Saharastaub					
164-77	Schmelzformen mit 3 Eislamellen					
77-72	Saharastaub					
72-71	Eislamelle					
71-0	Schmelzformen					
0	Eisoberfläche 2013					

Schacht: L6	H = 237 cm	X: 635268	Y: 5184824	Alt: 2731	Date:	04.05.2014
Tobias Zolles, Hannah Prantl					Time:	17:50 MESZ
Durchmesser Rohr cm	5,64					
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
1	21,0	740	550	0,190	362	76
2	21,0	760	550	0,210	400	84
3	21,0	760	550	0,210	400	84
4	21,0	780	550	0,230	438	92
5	21,0	790	550	0,240	457	96
6	21,0	800	550	0,250	477	100
7	21,0	785	550	0,235	448	94
8	21,0	795	550	0,245	467	98
9	21,0	775	550	0,225	429	90
10	21,0	779	550	0,229	436	92
11	18,0	735	550	0,185	411	74
Gesamt:	228,0	8499	6050	2,449	430	980
Stratigraphie						
237-222	Neuschnee seit 01.05.					
222-154	Schmelz- und Rundformen mit 3 Eislamellen					
154-152	Saharastaub					
152-0	Schmelz- und Rundformen mit 3 Eislamellen					
0	Eisoberfläche 2013					

Schacht: TE	H = 414 cm	X: 633417	Y: 5183422	Alt: 3047	Date:	04.05.2014
Stephan Galos, Anna Haberkorn					Time:	15:30 MESZ
Durchmesser Rohr cm		5,71				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
1	19,9	274	153	0,121	237	47
2	20,1	290	153	0,137	266	54
3	19,9	303	153	0,150	294	59
4	19,6	315	153	0,162	323	63
5	18,1	300	153	0,147	317	57
6	19,6	325	153	0,172	343	67
7	19,6	347	153	0,194	387	76
8	20,1	349	153	0,196	381	77
9	19,6	355	153	0,202	402	79
10	19,6	360	153	0,207	412	81
11	19,9	377	153	0,224	440	87
12	19,6	377	153	0,224	446	87
13	19,9	380	153	0,227	445	89
14	19,9	390	153	0,237	465	93
15	19,6	395	153	0,242	482	95
16	19,6	373	153	0,220	438	86
17	20,2	383	153	0,230	445	90
18	20,3	387	153	0,234	450	91
19	19,6	394	153	0,241	480	94
20	19,6	384	153	0,231	460	90
21	14,6	327	153	0,174	465	68
Gesamt:	408,9	7385	3213	4,172	398	1629
Stratigraphie						
414-360	Schnee seit 26.04.					
360-274	Schmelzformen mit 2 Eislamellen					
274-268	Saharastaub 19.02.					
268-0	runde und kantige Formen					
0	Oberfläche Herbst 2013					



Abbildung 17: Arbeiten an Schacht TE. Foto: Anna Haberkorn, 04.05.2014.

Schacht: LJF	H = 320 cm	X: 633882	Y: 5185590	Alt: 3089	Date:	05.05.2014
Tobias Zolles, Hannah Prantl, Federico Covi					Time:	13:00 MESZ
Durchmesser Rohr cm		5,64				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
1	21,0	690	550	0,140	267	56
2	21,0	690	550	0,140	267	56
3	21,0	770	550	0,220	419	88
4	21,0	725	550	0,175	334	70
5	21,0	750	550	0,200	381	80
6	21,0	770	550	0,220	419	88
7	21,0	790	550	0,240	457	96
8	21,0	780	550	0,230	438	92
9	21,0	790	550	0,240	457	96
10	21,0	780	550	0,230	438	92
11	21,0	770	550	0,220	419	88
12	21,0	785	550	0,235	448	94
13	21,0	780	550	0,230	438	92
14	21,0	800	550	0,250	477	100
15	19,0	760	550	0,210	442	84
Gesamt:	313,0	11430	8250	3,180	407	1273
Stratigraphie						
320-306	Neuschnee seit 01.05.					
306-196	Schmelz- und Rundform mit 2 Eislamellen					
196-193	Saharastaub					
193-153	Rundformen					
153-0	kantige und runde Formen					
0	Eisoberfläche 2013					



Abbildung 18: Arbeiten an Schacht LJF. Foto: Tobias Zolles, 05.05.2014.

D.2.2 Feldkampagne 09.07.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Kursbetrieb: Bohren von Ablationspegeln
- Pegelablesung
- Abbau der alten Wetterstation bei Pegel 27

Teilnehmer:

- Rainer Prinz, Stephan Galos – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- 13 Studenten der Lehrveranstaltung "Glaziologisches Geländepraktikum" SS2014 EU2 707732 – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Lukas Fritz – staatlich geprüfter Berg- und Schiführer

Ausgeführte Arbeiten:

- Bohren von Pegel 42 (neue Position) und L10/13
- Ablesen von Ablationspegeln (L8, L9, L10, 22, 27, 41)
- Demontage der alten Wetterstation

Situation:

Witterung: Bedeckt, Wolkenuntergrenze 2900-3000 m. Leichter Schneefall, 0°C. Gletscher bedeckt mit Neuschnee vom 08.07. Bei L10 2 cm, bei 42 schon knapp 20 cm.

Depots:

Zunge: 5 Pegelstangen

AWS alt: 11 Pegelstangen

D.2.3 Feldkampagne 31.07.-02.08.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Instandhaltung und Wartung der Station Hintereis inkl. Wetterstation
- Aufstellung der neuen Wetterstation auf der Zunge des Hintereisferners
- Pegelablesung
- Ablesung der Totalisatoren im Rofental
- Kontrolle der Wetterstation Vent

Teilnehmer:

- Georg Kaser, Rainer Prinz, Lindsey Nicholson – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Daniela Brugger – privat

Ausgeführte Arbeiten:

- 31.07.: Ablesung der Totalisatoren Vernagtbrücke, Proviantdepot, Hospiz und Vent durch RP.
- 01.08.: GK, DB und LN fliegen per Heli von Kurzras auf die Station Hintereis; RP wird am Hochjochhospiz abgeholt, deponiert die Wetterstation am HEF bei Pegel 87 und wird ebenfalls auf die Station gebracht. Entrümpelung, Reinigung und tw. Neueinrichtung der Station. Tausch der Batterie an der Wetterstation (11:45-12:00 MESZ). GK und DB werden per Heli gegen 14:30 abgeholt. Ein aufziehendes Gewitter verhindert den Abtransport des Mülls (3 Heli Transportsäcke; ~400 kg).
- 02.08.: Müll wird gegen 08:00 abgeholt. RP und LN lesen den Regenmesser bei der Station, alle Ablationspegel unterhalb ~2850 m und stellen die neue Wetterstation ~ 100 m oberhalb Pegel 87 auf. Kontrolle der AWS in Vent am Abend. GK liest Regenmesser Latschbloder.
- Fotodokumentation

Situation:

31.07.: Bewölkung ~4/8, 0° Grenze knapp 4000 m, kaum Wind

01.08.: vormittags 1/8, nachmittags 8/8, 0° Grenze knapp 4000 m, gewittrige Schauer am Nachmittag

02.08.: 6/8-8/8, nachmittags gewittrige Schauer, abends Wetterbesserung



Abbildung 19: Abtransport vom Müll der letzten Jahre. Foto: Lindsey Nicholson, 01.08.2014.



Abbildung 20: Aufbau der neuen Wetterstation auf der Zunge des HEF am 02.08.2014. Foto: Lindsey Nicholson.

D.2.4 Feldkampagne 27.+28.08.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Bohren von Ablationspegeln am LJF und HEF
- Wartung der Wetterstation am HEF
- Pegelablesung
- Ablesung Totalisator und Kontrolle der Wetterstation Vent

Teilnehmer:

- Rainer Prinz, Hannah Prantl – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck

Ausgeführte Arbeiten:

- 27.08.: Ablesung Totalisator und Kontrolle der Wetterstation in Vent; Zustieg zum Hochjochhospiz
- 28.08.: LJF: Bohren der Pegel 201 und 202. HEF: Wartung der Wetterstation am Eis (BugFix des Datenloggers – Strahlungsmessung), Bohren der Pegel 50, L9 und 27a, Ablesung aller Pegel unterhalb der Wetterstation
- Fotodokumentation

Depots:

- Zunge: leer
- AWS: 8 Pegelstangen
- AWS_alt: 13 Pegelstangen
- Hospiz: Bohrer, 2 Gaskartuschen, 15 Verbinder, 1 Rettungsdecke; Piezozündung des Bohrers defekt – **Feuerzeug oder Zündhölzer mitnehmen!**

Situation:

LJF bis ca. 3030 m aper, bis Pegel 202 spaltenfreier Zugang; Schneegrenze am HEF nicht einsehbar; SJF nur unterste Spitze aper. Das Niederschlagsereignis vom 13.08. führte zu einigen Murenabgängen im Rofental, darunter eine Mure von orographisch linker Seite auf den HEF unterhalb Pegel 27a, die über den untersten Teil der Zunge bis zum Zungenende und letztlich in den Gletscherbach fuhr. Die flacheren Teile des Gletschers sind noch mit Schutt und Sand bedeckt. Der schuttbedeckte Teil des HEF ist stark ausgewaschen.

27.08.: Bewölkung 8/8, 0° Grenze ~3000 m, Schauer mit leichtem Regen

28.08.: vormittags 0/8, nachmittags 2/8, 0° Grenze ~3500 m



Abbildung 21: Anriss und Ablagerungsgebiet der Mure vom 13.08.2014. Foto: Rainer Prinz, 28.08.2014.



Abbildung 22: Bohren eines Ablationspegels. Foto: Rainer Prinz, 28.08.2014.

D.2.5 Feldkampagne 19.09.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Wartung der Wetterstation am HEF
- Pegelablesung HEF
- Erfassung der Ausaperung

Teilnehmer:

- Rainer Prinz, Lindsey Nicholson – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck

Ausgeführte Arbeiten:

- Ablesung aller Ablationspegel am HEF (ausgenommen TE, 201, 202)
- Kartierung der Altschneegrenze
- Wartung der Wetterstation am Eis
- Fotodokumentation

Situation:

HEF bis ca. 3000 m aper, Pegel TE noch im Altschnee

Wetter: 4/8-8/8, föhniger SW Wind, ab 15:20 Regen, 0° Grenze ~3500 m



Abbildung 23: Das Ausaperungsmuster am HEF am 19.09.2014. Foto: Rainer Prinz.

D.2.6 Feldkampagne 27.+28.09.2014

Ziel der Feldkampagne: Abschlussbegehung

- Akkumulationsmessung: Schneehöhensondierung und Schneeschächte
- Pegelablesung
- Erfassung der Ausaperung
- Regenmesserablesung

Teilnehmer:

- Rainer Prinz, Stephan Galos – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Doris Hermle, Thomas Geisler – Institut für Geographie, Universität Innsbruck

Ausgeführte Arbeiten:

- 27.09.: Schneehöhensondierungen und Schneeschächte am HEF (SG und DH arbeiten am Matscher Ferner)
- 28.09.: Schneehöhensondierungen am SF und LJF, Ablesung aller Ablationspegel, Regenmesserablesung
- Kartierung der Altschneegrenze
- Wartung der Wetterstation am Eis
- Fotodokumentation

Am 27.09. per Helikopter zuerst auf die Station Hintereis (neue Decken und Reinigungsutensilien), dann zum Hintereisjoch. Übernachtung auf der Station Hintereis.

Situation:

HEF bis ca 3000 m aper, Pegel TE noch im Altschnee. Kaum Änderung seit 19.09.

Wetter: sehr warme, strahlende Spätsommertage, 0-2/8, kaum Wind, 0° Grenze >4000 m



Abbildung 24: Panoramaansicht des oberen HEF. Foto: Rainer Prinz, 27.09.2014.

Schacht: SSJ	H = 299 cm	X: 632710	Y: 5183083	Alt: 3240 m	Date:	27.09.2014
Rainer Prinz, Thomas Geisler					Time:	11:00 MESZ
Durchmesser Rohr cm		5,64				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
1	21,0	760	545	0,215	410	86
2	20,0	810	545	0,265	530	106
3	20,0	820	545	0,275	550	110
Gesamt:	61,0	2390	1635	0,755	495	302
Stratigraphie						
299-275	Sommerschnee (7 Neu)					
275-267	Saharastaub, extrem hart, mit Eislamellen					
267-	extrem hart					
<p>Es wurden nur 3 Abstiche vorgenommen, um die Schneedichten der Horizonte von September 2014 und des Saharastaubes zu messen. Letzterer ist extrem hart und deshalb sehr wahrscheinlich der Bezugshorizont der Sondierungen 2015.</p>						

Schacht: WJ	H = 205 cm	X: 633025	Y: 5184094	Alt: 3150	Date:	27.09.2014
Rainer Prinz, Thomas Geisler					Time:	15:00 MESZ
Durchmesser Rohr cm		5,64				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
1	22,5	820	545	0,275	489	110
2	21,0	825	545	0,280	534	112
3	21,0	850	545	0,305	581	122
4	21,0	825	545	0,280	534	112
5	21,0	830	545	0,285	543	114
6	21,0	845	545	0,300	572	120
7	21,0	820	545	0,275	524	110
8	17,5	770	545	0,225	515	90
9	21,0	835	545	0,290	553	116
10	14,0	735	545	0,190	543	76
Gesamt:	201,0	8155	5450	2,705	539	1083
Stratigraphie						
205-200	Neuschnee					
200-193	Septemberschnee					
193-191	Saharastaub mit Eisamellen, extrem hart					
191-140	extrem hart, tw dünne Eislinen					
140-138	Eislinse					
138-38	Altschnee mit Eislamellen					
38	Schmutzhorizont = Oberfläche 2013					
38-0	Septemberschnee 2013					
0	Eis					
<p>Akkumulation 2013/14: 167 cm; Dichte 537 kg/m³; Wasserwert: 897 mm w.e.</p>						

Tabelle 12: Sondierungen der Massenrücklage am Hintereisferner 2013/14.

Sondierung	Schneehöhe gesamt [cm]	Sommerschnee 2014 (über Sahara) [cm]	davon Neuschnee [cm]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
RP35	229	67	8	537	1230
RP36	206	60	8	537	1106
RP37	141	53	9	537	754
RP38	155	53	8	537	832
RP39	310	50	9	537	1665
RP40	299	24	7	537	1606
RP41	279	25	7	537	1498
RP42	260	25	7	537	1396
RP43	254	30	5	537	1361
RP44	218	20	5	537	1171
RP45	175	12	5	537	940
RP46	300	20	5	537	1611
RP47	271	40	8	537	1455
RP48	290	22	5	537	1557
RP49	233	15	5	537	1249
RP50	211	15	6	537	1133
RP51	103	5	5	537	550
RP52	94	0	0	537	505
RP53	280	12	5	537	1504
RP54	167	12	5	537	897
RP55	178	0	0	537	953
RP56	38	0	0	537	204
RP57	142	10	3	537	760
RP58	94	15	3	537	505
RP59	93	10	3	537	499
RP60	8	0	0	537	43
RP61	41	0	0	537	220
B1	85	0	0	537	456
B2	130	0	0	537	698
B3	207	0	0	537	1112
B4	165	13	3	537	886
B5	220			537	1181
B6	180	17	3	537	967
B7	125	10	3	537	671
B8	150	0	0	537	806
B9	170	12	2	537	913
B10	185			537	993
B11	270			537	1450
B12	170			537	913
B13	160	20	4	537	859
B14	225	30	10	537	1208
B15	255	27	10	537	1369
B16	50	10	5	537	269
B17	90	5	5	537	483
B18	50	5	5	537	269



Abbildung 25: Schacht WJ mit zwei Saharastaubhorizonten. Oben: Der Horizont vom 19.02.2014, der im Laufe des Sommers immer wieder ausaperte und eingeschnitten wurde. Unten (untere Kelle): Der Staubhorizont von Ende April 2013, in der Massenrücklage des Haushaltsjahres 2012/13. Foto: Rainer Prinz, 27.09.2014.



Abbildung 26: Die Ablagerungen der Mure am HEF vom 13.08.2014. Foto: Doris Hermle, 28.09.2014.

D.3 Dokumentation der Feldarbeiten am Kesselwandferner

D.3.1 Feldkampagne 10.07.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Bohren von Ablationspegeln
- Kursbetrieb: Schneedichtemessung
- Kursbetrieb: Übung von Spaltenbergung

Teilnehmer:

- Rainer Prinz, Stephan Galos – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- 13 Studenten der Lehrveranstaltung "Glaziologisches Geländepraktikum" SS2014 EU2 707732 – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Lukas Fritz – staatlich geprüfter Berg- und Schiführer

Ausgeführte Arbeiten:

- Bohren von Ablationspegeln (KWF 1-5)
- Schneedichtemessung

Situation:

Witterung: vormittags kurzzeitige Auflockerungen, ab Mittag wieder erhöhte Schaueraktivität, Lufttemperatur knapp unter 0°C, bei Schauer ergiebiger Schneefall; intensive diffuse Strahlung



Abbildung 27: Bohren von Ablationspegeln am KWF. Foto: Rainer Prinz, 10.07.2014.

D.3.2 Feldkampagne 22.08.2014

Ziel der Arbeiten:

- Kontrolle und Ausbau des Pegelnetzes
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse am Gletscher
- Kartierung der Ausaperung.

Teilnehmer:

- Stephan Galos – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Johannes Landmann – Institut für Geographie, Universität Innsbruck
- Michael Adamer – Department of Physics, University of Oxford

Ausgeführte Arbeiten:

Es wurden insgesamt sechs neue Pegel am Kesselwandferner installiert (KWF6, KWF8, KWF9, KWF10, KWF12, KWF13). Außerdem wurden drei der bereits im Juli installierten Pegel abgelesen. Die aktuellen Verhältnisse am Gletscher und die Ausaperung wurden fotografisch dokumentiert und kartiert.

Ablauf:

Aufstieg von Rofen (ca. 08:00 Uhr) bepackt mit Pegelstangen und Bohrer zum Hochjoch Hospiz in (ca. 09:40 Uhr). Nach einem schnellen Kaffee und ein paar Worten mit dem Wirt weiter über den Delorette-Weg hinauf zum Gletscher (ca. 1,5h ab Hütte). Weiterer Aufstieg über den hier meist aperen Gletscher zur geplanten Position von Pegel KWF6. Nach dessen Installation folgen fünf weitere Pegel welche alle mittels "Kovac" ins Eis gebohrt werden. Nach dem Setzen des letzten Pegels werden noch drei Pegel im unteren Bereich des Gletschers abgelesen. Aus Zeitmangel werden Pegel KWF1 und KWF4 nicht mehr aufgesucht. Kurz nach 17:00 Uhr wird der Gletscher in Richtung Rofen (Ankunft 19:40 Uhr) verlassen.

Aktuelle Verhältnisse:

Für die Jahreszeit immer noch ausnehmend gute Schneelage am Gletscher. Nur ca. 20 bis 25 % der Gletscherfläche sind frei von Altschnee. Wenige Zentimeter Neuschnee überdecken meist die Schneegrenze am Kesselwandferner und dessen Nachbarn und erschweren somit die optische Abgrenzung der Altschneegebiete. Sollten die letzten Wochen der Ablationsperiode nicht noch ungewöhnlich warm werden, ist mit einer positiven Massenbilanz des Gletschers zu rechnen.

Witterung: kühles und wechselhaftes Spätsommerwetter. Erst heiter, aber im Tagesverlauf zunehmende, oft wechselnde Quellbewölkung und teils mäßiger Wind. Ab Mittag wiederholt leichte Regen- und Schneeschauer. Später meist wieder etwas freundlicher. Nullgradgrenze auf ca. 3500 m.



Abbildung 28: Die Zunge des Kesselwandfernens beim Aufstieg zum Gletscher am 22.08.2014. Foto: Johannes Landmann.



Abbildung 29: Übersicht über den KWF am 22.08.2014. Foto: Johannes Landmann.

D.3.3 Feldkampagne 24.+25.09.2014

Ziel der Arbeiten:

- Kontrolle und Ablesung des Pegelnetzes
- Bestimmung der Massenrücklagen und deren flächenhafter Verteilung
- Ablesung des Totalisators Proviantdepot
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse am Gletscher
- Kartierung der Ausaperung.

Teilnehmer:

- Stephan Galos – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Doris Hermle, Johannes Landmann – Institut für Geographie, Universität Innsbruck

Ausgeführte Arbeiten:

Es wurden alle elf am Kesselwandferner installierten Ablationspegel abgelesen. An 35 Messpunkten wurde die Schneehöhe und deren räumliche Verteilung sondiert. Ein Schneeschacht zur Bestimmung der Schneedichte wurde angelegt. Die aktuellen Verhältnisse am Gletscher und die Ausaperung wurden photographisch dokumentiert und kartiert.

Ablauf:

24.09.: Aufstieg von Rofen (ca. 08:20 Uhr) zum Hochjoch Hospiz und weiter zum Gletscher (ca. 1,5h ab Hütte). Nach einer Rast geht es auf die apere Zunge des Kesselwandfernners wo die Pegel KWF1 bis KWF4 abgelesen werden. Weiterer Aufstieg sondierend über die etwas steileren Osthänge unterhalb von Mutspitze und Vorderer Hintereisspitze und anschließend in die Hänge südlich des Kesselwandjochs. Abstieg mehr oder weniger entlang der zentralen Fließlinie, wobei im Akkumulationsgebiet immer wieder sondiert wird und im unteren Gletscherbereich noch die Pegel KWF12, KWF10, KWF08 und KWF05 abgelesen werden. Abstieg zum Hochjochhospiz welches kurz nach 18:00 Uhr erreicht wird.

25.09.: Am Morgen über den frisch "angezuckerten" Delorette-Weg hinauf zum KWF. Aufstieg über die Pegel KWF06 und KWF09. Immer wieder die Schneehöhe sondierend hinauf in den oberen Gletscherteil wo im Akkumulationsbecken auf knapp 3300 m ein Akkumulationsschacht angelegt wird. Nach Vollendung der Dichteabstiche folgen weitere Sondierungen im Becken unterhalb des Gipfelhanges zum Fluchtkogel. Abstieg sondierend im orographisch linken Gletscherbereich. Ablesung von Pegel KWF13. Nach Abschluss der Arbeiten Abstieg zum Totalisator Proviantdepot (Ablesung) und weiter nach Rofen.

Aktuelle Verhältnisse:

Abgesehen von der schneefreien Zunge des Gletschers bedecken schon am 24.09. ab einer Höhe von etwa 3000 bis 3050 m wenige Zentimeter Neuschnee den Kesselwandferner. In der Nacht auf den

25.09. schneit es erneut ein wenig. Am Gletscher macht der nächtliche Neuschnee etwa zwei bis vier cm aus und ändert den Eindruck gegenüber dem Vortag nicht wesentlich. Beim Abstieg am Nachmittag ist der frische Schnee in aeren (frei von Rücklagen) Gletscherteilen wieder geschmolzen. Die Altschneegrenze ist dennoch meist unter einer dünnen Schneedecke verborgen, was die direkte optische Abgrenzung der Akkumulationsflächen etwas erschwert. Allerdings stellt dies aufgrund der hohen räumlichen Dichte an Messpunkten kein Problem dar.

Witterung: am 24.09. strahlendes, kühles Herbstwetter. Wenig Wind, am Nachmittag Aufzug von hoher Bewölkung und in der Nacht Durchgang einer schwachen Kaltfront mit etwas Neuschnee bis etwa 2200 m. Am Morgen des 25.09. erst heiter, über dem Gletscher dann tiefe Bewölkung und teils schlechte Sicht und leichter Schneefall. Am Nachmittag langsames Aufklaren und Übergang zu freundlicherem Wetter. An beiden Tagen eher kühl und nur wenig Schmelzen in den untersten Bereichen des Gletschers.

Auf großen Flächen des Kesselwandferners konnten teils beträchtliche Altschneemengen überdauern. In den obersten Bereichen konnte sich über den Sommer sogar eine bis zu 35 cm mächtige Schneedecke ansammeln. Eine deutlich positive Massenbilanz kann somit erwartet werden.



Abbildung 30: Panorama des Kesselwandferners vom Hang nordwestlich der Mutspitze. Etwa in Bildmitte der Fluchtkogel und rechts davon die Kesselwandspitze. Foto: Doris Hermle am 24.09.2014.

Schacht: OGJ	H = 294 cm	X: 636197	Y: 5190314	Alt: 3293 m	Date:	25.09.2014
Stephan Galos, Johannes Landmann, Doris Hermle					Time:	10:00 MESZ
Durchmesser Rohr cm		5,64				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [mm w.e.]
1	21,0	740	542	0,198	377	79
2	21,0	788	542	0,246	469	98
3	21,0	804	542	0,262	499	105
4	21,0	822	542	0,280	534	112
5	20,0	822	542	0,280	560	112
6	21,0	828	542	0,286	545	114
7	20,5	825	542	0,283	553	113
8	21,0	842	542	0,300	572	120
9	21,3	828	542	0,286	537	114
10	21,0	821	542	0,279	532	112
11	21,0	824	542	0,282	538	113
12	21,0	808	542	0,266	507	106
13	21,0	822	542	0,280	534	112
14	10,0	674	542	0,132	528	53
Gesamt:	281,8	11248	7588	3,660	520	1465
Stratigraphie						
294-287	Neuschnee					
287-256	Sommer Schnee 2014					
256	Saharastaub					
246-244	Eislinse 2cm					
231	Saharastaub					
231-84	immer wieder Eislinzen					
xx-0	Massenrücklage 12/13					
0	Oberfläche Sommer 2013 (Saharastaub)					
<p>Der Horizont zum Ende des Haushaltsjahres 2012/13 konnte nicht eindeutig identifiziert werden, daher wurden als Massenrücklage 247 mm w.e. analog dem Bericht 12/13 angenommen.</p> <p>Aus der Gesamthöhe des Schachtes abzüglich der Rücklage 13/14 ergibt sich eine Massenrücklage 2013/14 von 1281 mm w.e.</p>						



Abbildung 31: Schacht OGJ am KWF. Foto: Doris Hermle, 25.09.2014.

Tabelle 13: Sondierungen der Massenrücklage am KWF 2013/14.

Name	Schneehöhe [cm]	Altschnee [cm]	Sommerschnee (über Sahara) [cm]	Neuschnee [cm]	c He 2013 [mm w.e.]	b 2013/14 [mm w.e.]
P10	54	44	10	0	130	153
P11	115	85	25	5	160	425
P12	237	207	20	10	180	1055
P13	210	190	20	0	170	946
P14	175	150	15	10	190	715
P15	201	191	10	0	165	911
P16	200	186	8	6	152	905
P17	45	39	3	3	160	72
P19	79	64	10	5	160	244
P20	115	102	5	8	150	445
P21	25	21	0	4	120	4
P31	26	12	10	4	130	-9
P32	120	106	7	7	130	493
P33	68	61	0	7	150	198
P35	92	77	0	15	152	304
P36	86	81	1	4	150	303
P37	155	141	4	10	150	656
P39	195	173	10	12	165	847
P41	150	117	20	13	210	547
P42	225	188	25	12	220	940
P44	305	260	30	15	230	1350
P45	305	252	35	18	250	1317
P47	300	258	30	12	230	1331
P48	270	225	30	15	230	1161
P49	245	215	20	10	230	1048
P50	270	235	25	10	220	1189
P51	208	183	15	10	180	903
P52	207	185	10	12	200	876
P54	165	150	7	8	160	703
P55	200	192	3	5	150	914
P56	105	98	0	7	150	398
P57	100	96	0	4	150	379
P8	112	90	13	9	130	439
P9	232	203	25	4	130	1090

D.4 Dokumentation sonstiger Feldarbeiten in Vent und im Rofental

D.4.1 Ablesung des Regenmessers und Kontrolle der Wetterstation in Vent³

Tabelle 14: Termine der Feldarbeiten in Vent.

Datum	ausgeführte Arbeit
02.11.2013	Ablesung Regenmesser, Kontrolle der Wetterstation
06.12.2013	Ablesung Regenmesser, Kontrolle der Wetterstation
30.12.2013	Ablesung Regenmesser, Kontrolle der Wetterstation
02.02.2014	Ablesung Regenmesser, Kontrolle der Wetterstation
07.03.2014	Ablesung Regenmesser, Kontrolle der Wetterstation
30.04.2014	Ablesung Regenmesser, Kontrolle der Wetterstation
01.07.2014	Ablesung Regenmesser, Kontrolle der Wetterstation
13.08.2014	Wartung der Wetterstation in Vent

D.4.2 Wartung der automatischen Kamera am Rofenberg

Tabelle 15: Termine Wartungsarbeiten an der automatischen Kamera am Rofenberg.

Datum	ausgeführte Arbeit
14.03.2014	Wartung; Sicherungsbolzen am Gehäuse gebrochen
24.04.2014	Demontage der Kamera zur Reparatur
18.07.2014	Montage der Kamera
04.10.2014	Tausch der Speicherkarte



Abbildung 32: Die automatische Kamera am Rofenberg nach Reparatur des Solarpanels und des Gehäuses. Foto: Rainer Prinz, 18.07.2014.

³ sofern nicht im Rahmen bei den bisher genannten Feldkampagnen erledigt

D.4.3 Regenmesserrunde 29.+30.03.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Ablesung aller Totalisatoren im Rofental
- Kontrolle der Wetterstation Vent

Teilnehmer:

- Rainer Prinz – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Andreas Prinz – privat

Ausgeführte Arbeiten:

- Ablesung der Totalisatoren Hospiz, Latschbloder, Rofenberg, Station Hintereis (29.03.) sowie Proviantdepot, Vernagtbrücke und Vent (30.03.): alle Totalisatoren waren annähernd voll (noch nicht im Konus) und wurden daher bis ca 1/3 des Volumens entleert.
- AWS Station Hintereis: funktioniert
- AWS Hintereisferner: Sensoren (2 Pyranometer, 2 Pyrgeometer, 1 Anemometer, 1 Thermo-Hygrometer) abgebaut.
- AWS Vent: Niederschlagswaage: Gefrierschutz erneuert; Datenlogger: reagiert nicht am Bedienpanel; Laderegler und Zeitschaltuhr scheinen zu funktionieren.
- Fotodokumentation

Aufstieg am 29.03. gegen 08:30 von Rofen über den Sommerweg zum Totalisator Hospiz, weiter auf den Latschbloder und über den Rofenberg zur Station Hintereis (Nächtigung). Am 30.03. Abfahrt zum Hospiz und über die Guslarspitze zur Vernagtbrücke und nach Rofen (etwa 15:00).

Situation:

29.03.: an exponierten Lagen föhniger Südwind, wolkenlos, frühlingshaft warm; trüb durch Saharastaub in der Luft

30.03.: wie 29.03., jedoch meist windstill und daher gefühlt wärmer

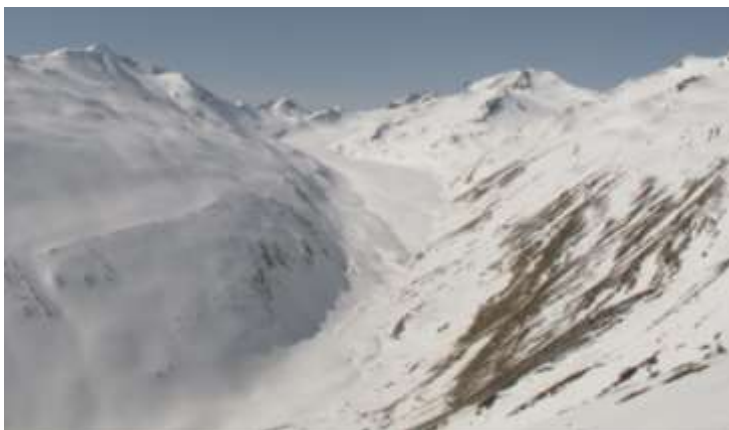


Abbildung 33: Der HEF am 30.03.2014. Foto: Rainer Prinz.

D.4.4 Regenmesserrunde 31.05.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Ablesung aller Totalisatoren im Rofental
- Kontrolle der Wetterstation Vent

Teilnehmer:

- Georg Kaser, Rainer Prinz – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Martin Kaser – privat

Ausgeführte Arbeiten:

- Ablesung der Totalisatoren Latschbloder, Rofenberg, Station Hintereis durch Georg und Martin Kaser, die von Kurzras aufgestiegen sind.
- Ablesung der Totalisatoren Vernagtbrücke, Proviantdepot, Hospiz und Vent durch Rainer Prinz von Rofen aus
- Station Hintereis: Fotodokumentation der Ausaperung und Besichtigung Rücken für i-Box Mast
- AWS Vent: Niederschlagswaage: etwas entleert; Datenlogger: scheint zu funktionieren; provisorische Dichtung schient zu halten.
- Fotodokumentation

Situation:

Vormittags Auflösung von Hochnebelresten gegen Mittag noch gering bewölkt (3/8) mit mäßigem Wind aus N und E. Lufttemperatur in Vent morgens ca. 0°C, am frühen Nachmittag etwa 9°C. HEF beginnt an der Zunge auszuapern; Saharastaub unterhalb etwa 2800 m schwach sichtbar.



Abbildung 34: Ablesung des Regenmessers am Latschbloder am 31.05.2014. Foto: Martin Kaser.

D.4.5 Regenmesserrunde 31.10.2014

Ziel der Feldkampagne:

- Ablesung und Neubeschickung aller Regenmesser
- Wartung Wetterstation Vent

Teilnehmer:

- Rainer Prinz – Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck
- Felix Schüller – alpS

Ausgeführte Arbeiten:

Wartung der Wetterstation sowie Ablesung und Neubeschickung des Regenmessers in Vent. Anschließend wurden per Helikopter der Reihe nach die Regenmesser Vernagtbrücke, Proviantdepot, Latschbloder, Station Hintereis, Rofenberg und Hospiz besucht.

Abflug Rofen: ca. 13:55, Landung Rofen: ca. 12:42.

Situation:

Die Zungen aller Gletscher waren schneebedeckt.

Witterung: sonnig mit Durchzug von Ci, schwacher Wind aus W, warm mit 0°C Grenze auf etwa 3200 m.



Abbildung 35: Neubeschickung des Regenmessers an der Station Hintereis. Foto: Felix Schüller, 31.10.2014.