
HINTEREIS- und KESSELWANDFERNER MASSENHAUSHALTSSTUDIEN

Abschlussbericht über das Haushaltsjahr 2014/15
- inklusive der Auswertungen der Totalisatoren im Rofental



Der Hintereisferner nahe dem Zeitpunkt der maximalen Ausaperung. Foto: W. Gurgiser, 31.08.2015.



Gefördert von



HINTEREIS- und KESSELWANDFERNER MASSENHAUSHALTSSTUDIEN

Abschlussbericht über das Haushaltsjahr 2014/15

Innsbruck, im Dezember 2015

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 und aus einem Forschungsprojekt des Südtiroler Wissenschaftsfonds (Institut für Geographie der Universität Innsbruck) erbracht.

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser
Koordination der Feldarbeiten, Auswertungen und Bericht: Mag. Stephan P. Galos
Grafiken: Stephan P. Galos und Federico Covi

Kontakt: Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften 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 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 2014/15.

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-4
B.4	Topographische Grundlagen.....	B-7
C.	Analysen und Ergebnisse.....	C-1
C.1	Witterung im Haushaltsjahr 2014/15.....	C-1
C.2	Massenbilanz Hintereisferner.....	C-6
C.2.1	Winterbilanz.....	C-6
C.2.2	Jahresbilanz.....	C-8
C.3	Massenbilanz Kesselwandferner.....	C-15
C.4	Totalisatoren im Rofental.....	C-20
C.5	Literaturverzeichnis.....	C-21
C.6	Verzeichnis verwendeter Akronyme und Symbole.....	C-21
C.7	Danksagung.....	C-22
D.	Anhang.....	D-1
D.1	Geleistete Arbeiten.....	D-1
D.1.1	Feldkampagnen.....	D-1
D.1.2	Messungen und Analysen.....	D-2
D.2	Dokumentation der Feldarbeiten am Hintereisferner.....	D-3
D.2.1	Feldkampagne 11. und 12.05.2015 (Messungen zur Winterbilanz).....	D-3
D.2.2	Feldkampagne 03. und 04.07.2015.....	D-10
D.2.3	Feldkampagne 07. und 08.07.2015.....	D-12
D.2.4	Feldkampagne 21. und 22. 07.2015.....	D-14
D.2.5	Feldkampagne 04.08. bis 07.08.2015.....	D-15
D.2.6	Feldkampagne 08. bis 10.09.2015.....	D-18
D.2.7	Feldkampagne 05.10.2015.....	D-22
D.2.8	Feldkampagne 09. und 10.10.2015.....	D-23
D.3	Dokumentation der Feldarbeiten am Kesselwandferner.....	D-29

D.3.1	Feldkampagne 09.07.2015	D-29
	Feldkampagne 12. und 13.08.2015.....	D-31
D.3.2	Feldkampagne 24. und 25.09.2015	D-34
D.4	Dokumentation sonstiger Feldarbeiten in Vent und im Rofental	D-38
D.4.1	Ablesungen des Regenmessers und Kontrollen der Wetterstation in Vent.....	D-38
D.4.2	Regenmesser im Rofental.....	D-38
D.4.3	Installation der neuen Wetterstation in Vent	D-41
D.4.4	Automatische Kamera Rofenberg	D-41

A. ZUSAMMENFASSUNG

Für den **Hintereisferner** brachte das Haushaltsjahr 2014/15 mit **-1682 kg/m²**² eine stark negative Massenbilanz (Tabelle 1). Trotz des relativ schneereichen Winterhalbjahres schmolzen die Rücklagen im anhaltend heißen Sommer 2015 schnell ab. Besonders im extrem heißen Juli waren sehr große Ablationsraten zu verzeichnen. Neuschneefälle blieben selbst in den obersten Gletscherregionen zwischen etwa 20. Juni und Mitte August gänzlich aus. Trotzdem konnte in einigen hochgelegenen Mulden ein Teil des Winterschnees die Ablationsperiode überdauern. Nichtsdestotrotz ist die Massenbilanz 2014/15 eine der negativsten seit Beginn der Messungen am Hintereisferner (Abbildung 1). Die kumulative Entwicklung der Massenbilanzreihe ist in Abbildung 2 dargestellt.

Tabelle 1: Kennzahlen des Bilanzjahres 2014/15 für den Hintereisferner³.

	Winter			Sommer		gesamtes Jahr	
	Fläche [10 ³ m ²]	BW [m ³ w.e.]	bW [kg/m ²]	BS [m ³ w.e.]	bS [kg/m ² .]	B [m ³ w.e.]	b [kg/m ²]
	6659	9102994	1367	-20306156	-3049	-11203162	-1682
SC [10 ³ m ²]	1121		BC [m ³ w.e.]	302522		bC [kg/m ²]	207
SA [10 ³ m ²]	5538		BA [m ³ w.e.]	-11505684		bA [kg/m ²]	-2077
ELA	none	m.a.s.l.	SC/SA	0,202		AAR	0,168

Für den **Kesselwandferner** brachte das Haushaltsjahr 2014/15 mit **-1169 kg/m²** ebenfalls eine stark negative Massenbilanz (Abbildung 1 und Tabelle 2). Aufgrund der besonderen Hypsometrie des Gletschers [Kuhn *et al.*, 1985] schmolz die Winterakkumulation in den ausgedehnten hoch gelegenen Flächen des Gletschers später ab, woraus sich im Vergleich zum Hintereisferner eine weniger negative Massenbilanz ergibt. Nur im Haushaltsjahr 2002/03 wurde am Kesselwandferner mit -1546 kg/m² eine noch negativere Massenbilanz als im Haushaltsjahr 2014/15 verzeichnet.

Tabelle 2: Kennzahlen des Bilanzjahres 2014/15 für den Kesselwandferner

	gesamtes Jahr					
	Fläche [10 ³ m ²]	B [m ³ w.e.]	b [kg/m ²]			
	3608	-4216789	-1169			
SC [10 ³ m ²]	425		BC [m ³ w.e.]	101659		bC [kg/m ²]
SA [10 ³ m ²]	3184		BA [m ³ w.e.]	-4318448		bA [kg/m ²]
ELA	none	m.a.s.l.	SC/SA	3,514		AAR
						0,118

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 für wissenschaftliche Verwendung vom ACINN zur Verfügung gestellt.

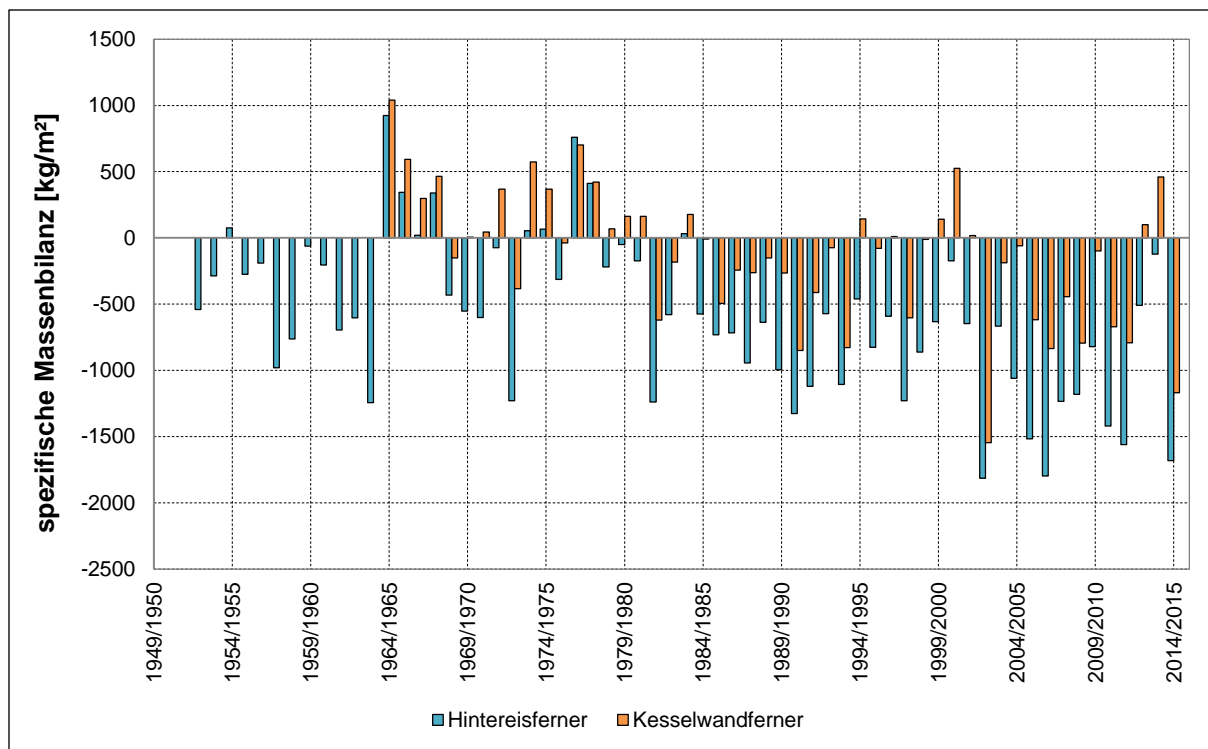


Abbildung 1: Die Massenbilanzreihen von Hintereis- und Kesselwandferner seit 1952/53.

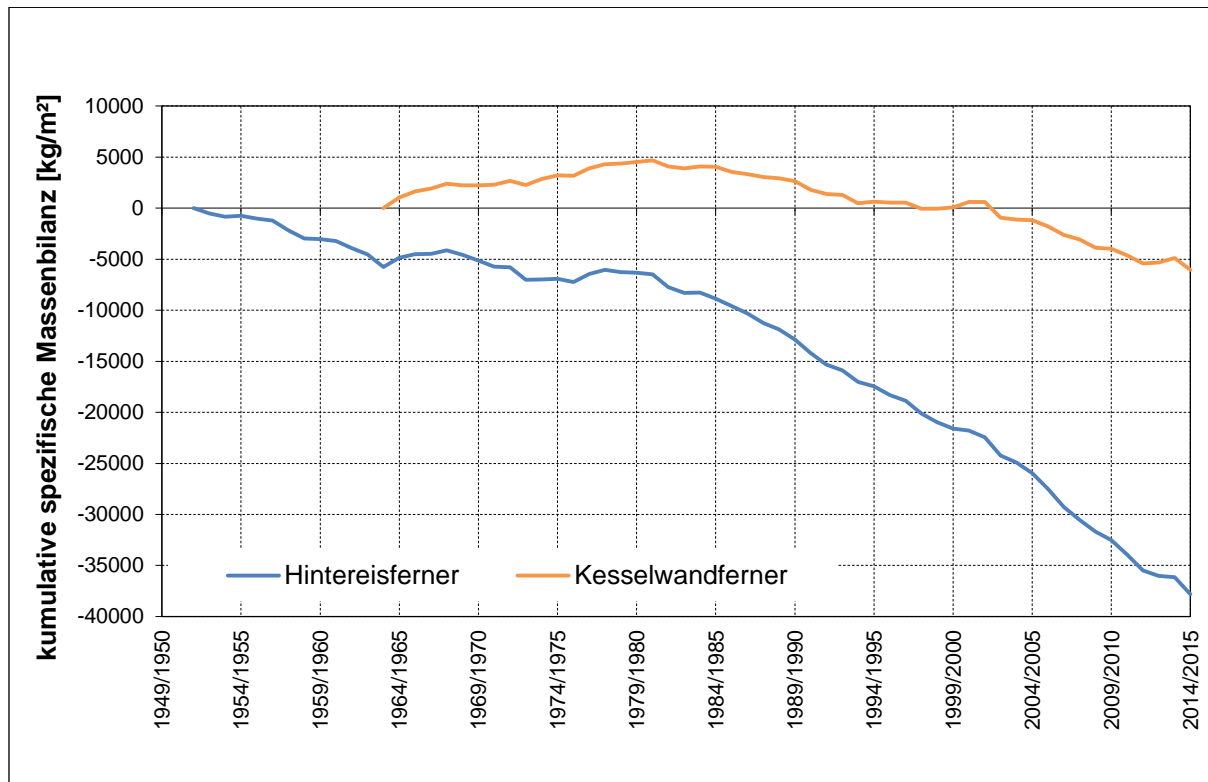


Abbildung 2: Die kumulativen Massenbilanzreihen von Hintereis- und Kesselwandferner seit 1952/53.

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 und in weiterer Folge in 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 Stationsfernern (SF) und des Langtaufererjochfernern (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 nur wenig ausgeprägte Zunge. Er grenzt mit einer Eisscheide an den westlich angeschlossenen Gepatschferner.

Der HEF und der KWF sind Gegenstand jahrzehntelanger glaziologischer Forschung am Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften (ACINN) 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 - falls möglich - durch räumlich verteilte Schneehöhensondierungen ergänzt werden. Der Zeitraum der Messung umfasst ein hydrologisches Haushaltsjahr, jeweils vom 01.10. bis zum 30.09. des Folgejahres (mittlere 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 in der Praxis nahezu unmöglich. Daher wird nur bei starken Abweichungen und operationeller Möglichkeit die natürliche Massenbilanz zusätzlich zur Bilanz über das hydrologische Haushaltsjahr

ermittelt. Beim Aufsummieren der Massenänderungen über mehrere Jahre verschwinden eventuelle Unterschiede zwischen natürlichem und hydrologischem Haushaltsjahr.

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

Auch am KWF wird seit 2013/14 die oben beschriebene Methode angewandt. Bisher wurde die Massenbilanz vom ACINN (früher IMG1) 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. Ein gut ausgebautes Pegelnetz und eine Messkampagne zum Ende des Haushaltsjahres am KWF minimieren nun Unsicherheiten bezüglich der zeitlichen und räumlichen Extrapolation von Messwerten und liefern somit ein differenziertes Bild der räumlichen Verteilung der Massenbilanz am Kesselwandferner.

Die Analyse der Linien gleicher Bilanzwerte erfolgt händisch, meist in einer Äquidistanz von $250 \text{ kg}/\text{m}^2$ und gestützt auf die gemessenen Punktwerte und Informationen zum Verlauf der Ausaperung und der 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 am 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 nach Höhenstufen aufgetragen (b_z) führen zum vertikalen Bilanzprofil (VBP). Die Höhe der Gleichgewichtslinie (ELA) definiert sich als niedrigster Schnittpunkt des VBP mit der $b = 0$ -Achse.

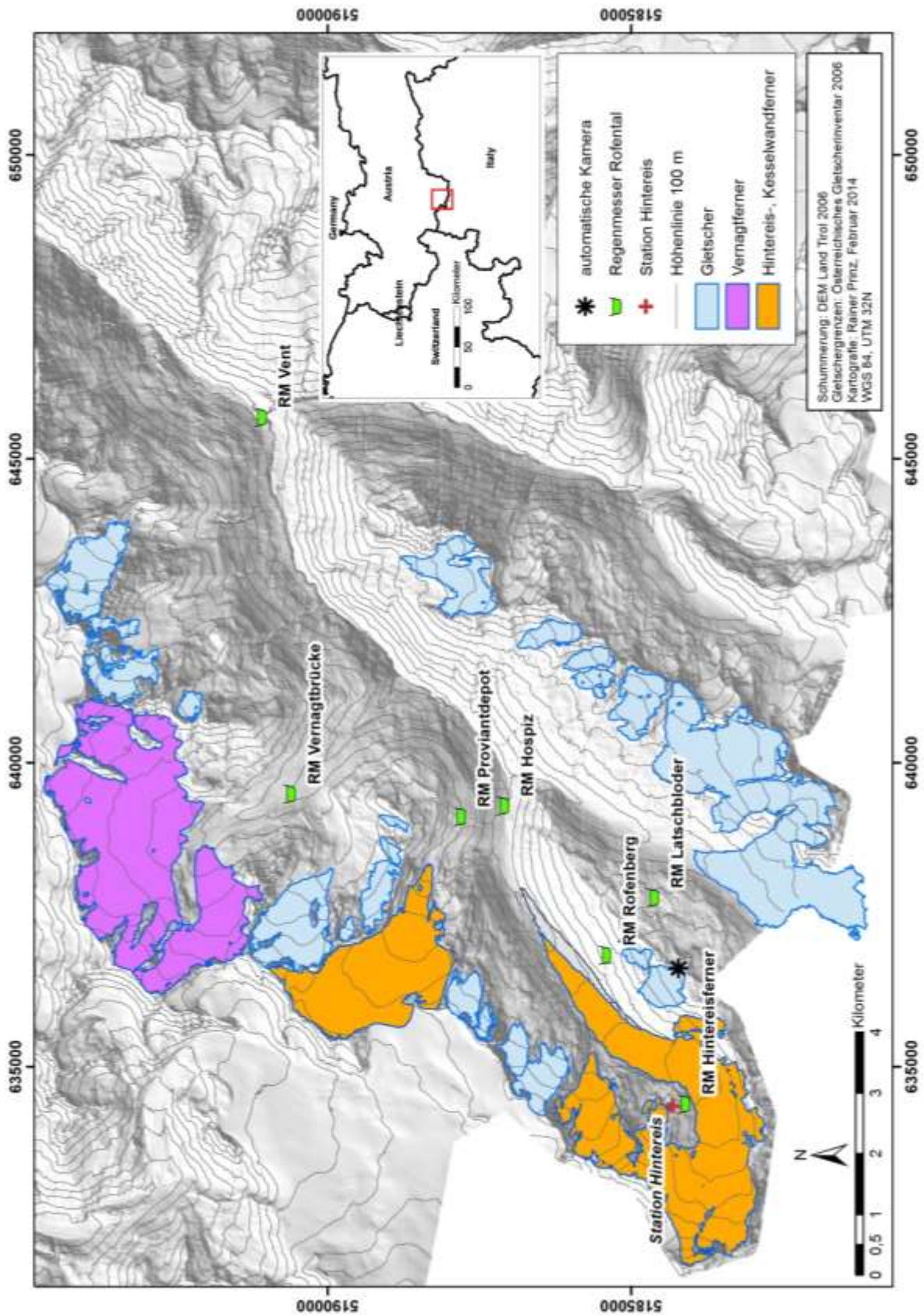


Abbildung 3: Die Gletscher im Einzugsgebiet des Abflusspegels der Rofenache/Vent. Hervorgehoben sind die Gletscher mit Massenbilanzmessungen (Vernagtferner: Kommission für Erdmessung und Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften). Grafik: Rainer Prinz.

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 möglichst repräsentativen Standorten aus eine flächenhafte Interpolation der Massenänderung erlauben. Die Pegel entlang der zentralen Fließlinie werden jährlich mit DGPS vermessen. Im Sommer 2015 wurde das Pegelnetz in den höhergelegenen Flächen des HEF erweitert. Am Hauptgletscher und am LJF wurden Pegel an insgesamt dreizehn neuen Positionen installiert, davon elf im Höhenbereich zwischen 3000 und 3500 m. Eine weitere Erhöhung der Anzahl der Messpunkte in diesen Regionen ist für das kommende Haushaltjahr geplant, um die Analysen auf diesen bisher unterrepräsentierten Teilen des Gletschers besser abzusichern. Insgesamt umfasste das Messnetz am HEF zum Ende des Haushaltsjahres 2014/15 48 Ablationspegel. Die Rücklagen am Ende des Haushaltsjahres wurden in sechs Schneeschächten bestimmt. Schneehöhensondierungen am Ende des Haushaltsjahres konnten heuer nicht durchgeführt werden. Zur Erstellung der Winterbilanz am HEF wurden ebenfalls sechs Schneeschächte angelegt und 84 Schneehöhensondierungen, gut verteilt über die gesamte Gletscherfläche, durchgeführt.

Das Messnetz am KWF (Abbildung 5) wurde im Haushaltsjahr 2013/14 vom ACINN komplett neu aufgesetzt. Dabei wurden 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 weiteren Verbesserung des Pegelnetzes sind drei bis vier weitere Messpositionen geplant. Zur Bestimmung der Rücklagen wurden bei der Abschlussbegehung am 25.09. drei Schneeschächte angelegt.

Eine automatische Kamera, welche vom Rofenberg, östlich des Hinteren Eises (Abbildung 3), täglich zwei Fotos der oberen Bereiche des HEF aufnimmt, dokumentiert die Ausaperung am HEF. Zusätzlich dazu werden bei jeder Begehung die aktuellen Verhältnisse am und um den Gletscher ausführlich fotografisch dokumentiert. Zwei Tage vor Erreichen der maximalen Ausaperung wurde vom ACINN ein Rundflug zur Dokumentation der Ausaperung an den Gletschern der Ötztaler Alpen, der Silvretta, der Ortlergruppe und der Stubai Alpen durchgeführt. Relevante Bilder aus den oben erwähnten Dokumentationen flossen in die Analyse und flächenhafte Extrapolation der Punktmessdaten am HEF und KWF ein.

Das ACINN betreibt vier 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). In Vent wurde im September 2015 eine weitere Wetterstation in Betrieb genommen. Die neue Station wurde in unmittelbarer Nähe der alten Station installiert und verfügt über einen Anschluss an das öffentliche

Stromnetz, wodurch in Kombination mit einer modernisierten Messausstattung eine Steigerung der Datenqualität erreicht werden kann. Die neue Station verfügt zur Zeit über eine beheizte Ott Pluvio² Niederschlagswaage, einen permanent belüfteten Rotronic HC2S3 Temperatur- und Feuchtesensor, sowie einen Campbell SR50 Ultraschall-Schneehöhensensor. Ein weiterer Ausbau der Station in Zukunft ist angedacht. Komplementär zu den Wetterstationen wird ein hydrologisches Netzwerk von sieben Niederschlagstotalisatoren betreut. Die Daten der Wetterstationen und der Totalisatoren ermöglichen eine meteorologische / klimatische Interpretation der beobachteten Änderungen an HEF und KWF auf verschieden zeitlichen und räumlichen Skalen.

Als Unterkunft während der Feldkampagnen am HEF dient die Station Hintereis (3026 m) des ACINN (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4).

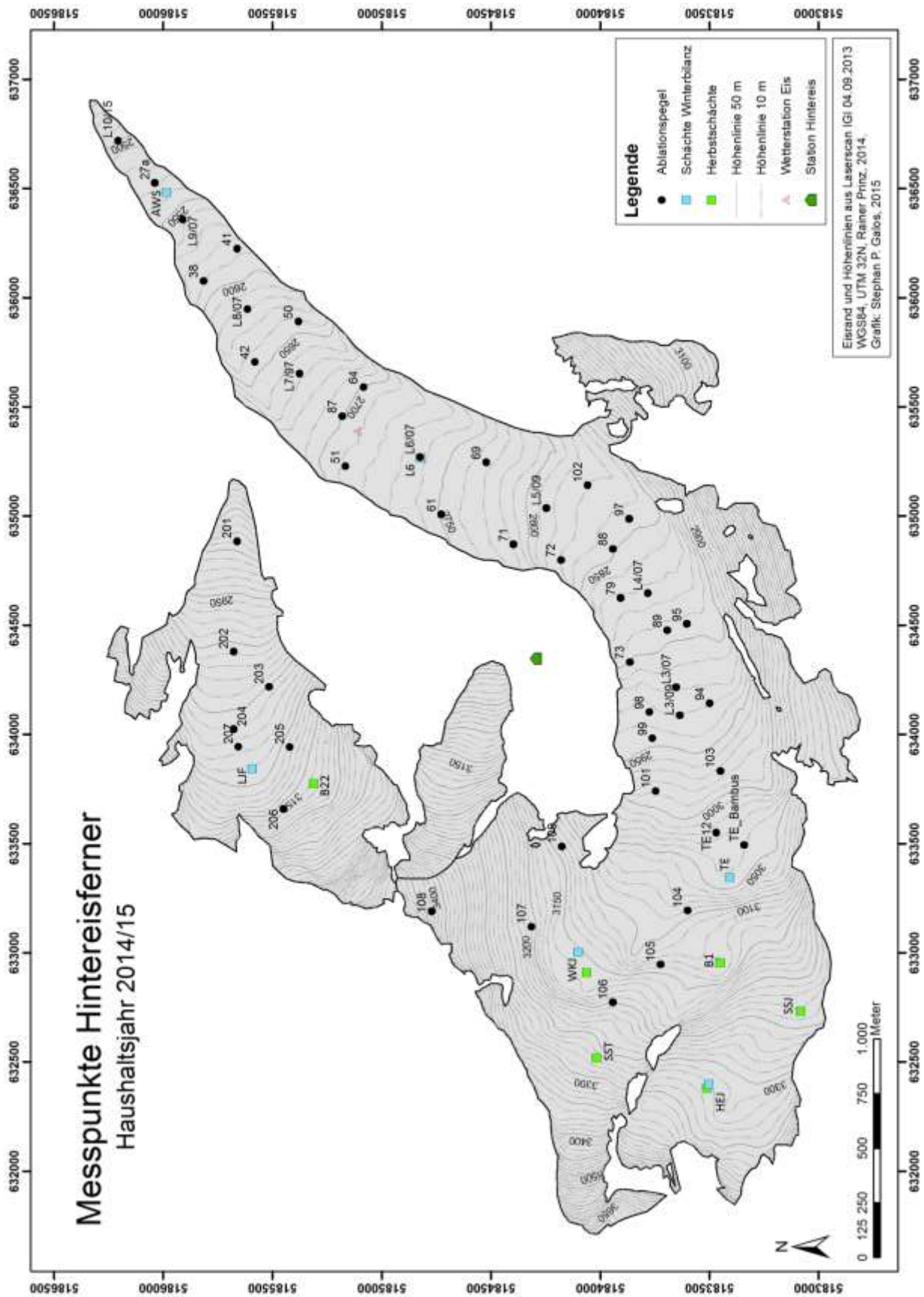


Abbildung 4: Messpunkte am HEF im Haushaltsjahr 2014/15.

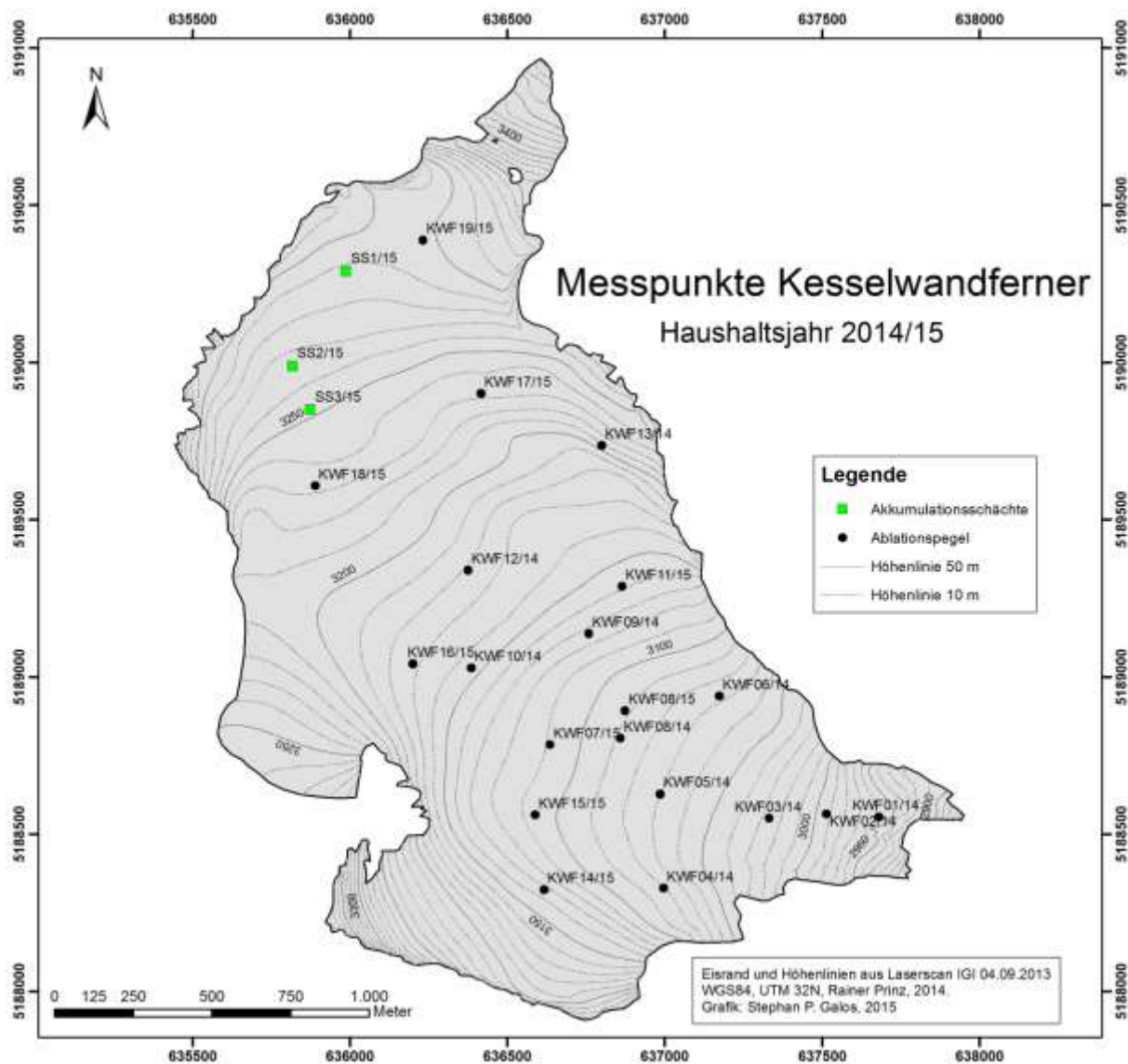


Abbildung 5: Messpunkte am KWF im Haushaltsjahr 2014/15.

B.4 Topographische Grundlagen

Als topographische Grundlage der Analysen zur Erstellung der Massenbilanz an HEF und KWF im Haushaltsjahr 2014/15 dient ein hochaufgelöstes Geländemodell basierend auf den Daten aus einer luftgestützten Laserscann-Vermessung am 04.09.2013, durchgeführt vom Institut für Geographie der Universität Innsbruck (IGI). Weiterführende Informationen zur Abgrenzung der Gletscherflächen und zum Rückgang der Eisflächen seit 2010 sind dem Bericht zum Haushaltsjahr 2013/14 zu entnehmen.

C. ANALYSEN UND ERGEBNISSE

C.1 Witterung im Haushaltsjahr 2014/15

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 3: Monatsmittel der Lufttemperatur und Monatssummen und des Niederschlages im hydrologischen Jahr 2014/15 an der Station Vent. und in situ Beobachtungen während der Feldkampagnen können diese Faktoren quantifiziert werden. Die Winterniederschläge 2014/15 lagen in den Monaten Oktober bis März jeweils über dem langjährigen Mittel (1906-2005). Besonders große positive Abweichungen wurden in den Monaten November, Jänner und Februar verzeichnet. Im April war die Niederschlagsmenge in Vent etwas unterdurchschnittlich. Das ganze hydrologische Winterhalbjahr war deutlich zu mild, wobei die positiven Temperaturabweichungen im Februar (+0,4°C) und März (+1,6°C) am geringsten ausfielen. Besonders erwähnenswert ist der Dezember 2014, der gegenüber dem Mittel (1906-2005) um 5,3°C zu warm war. Die relativ großen positiven Niederschlagsabweichungen im hydrologischen Winterhalbjahr spiegeln sich in der überdurchschnittlichen Winterbilanz 2014/15 wieder (vergl. Kapitel C.2.1).

Die zu warme Witterung setzte sich im hydrologischen Sommerhalbjahr fort. Für dieses wurde in Vent eine positive Temperaturabweichung von 3°C registriert. Der Juli 2015 war überhaupt der mit Abstand wärmste Monat seit Beginn der Aufzeichnungen in Vent. Die Abweichung zum langjährigen Mittel betrug für diesen Monat 6,1°C. Mit Ausnahme des Septembers (Abweichung +0,2°C) waren auch die restlichen Sommermonate mit Abweichungen von 2,5 bis 3,5°C deutlich zu warm. Ergiebige Schneefälle gab es nur um den 20. Mai und am 23. September. Zwischen dem letzten Junidrittel und Mitte August gab es überhaupt keine nennenswerten Schneefälle auf den Gletschern der Region. Insgesamt entsprach die Niederschlagsmenge im hydrologischen Sommerhalbjahr etwa dem langjährigen Mittel, wobei die Monate Mai und Juni überdurchschnittlich, Juli und August aber unterdurchschnittlich feucht waren. Wie auch bei der Temperatur entsprach der September auch im Hinblick auf die Niederschlagssumme dem klimatischen Mittel 1906 bis 2005.

Aufgrund der anhaltend warmen und oft schwülen Witterung schmolzen die bis dahin überdurchschnittlichen Schneemengen im Untersuchungsgebiet vor allem ab Ende Juni rasch ab. Der

heißeste Monat seit Beginn der Aufzeichnungen brachte im Juli enorme Ablationsraten an den Gletschern im Untersuchungsgebiet. Entsprechend schnell verkleinerten sich die Flächen mit Massenrücklagen aus dem Winter. Die anhaltende Hitze im Sommer 2015 wurde nur von zwei kurzen Perioden unterbrochen in denen die Temperaturen um das klimatische Mittel pendelten: wenige Tage Ende Juli / Anfang August, sowie zwischen etwa dem 15. und dem 25. August. Die maximale Ausaperung an den Gletschern im Rofental wurde nach einer weiteren Hitzewelle Ende August am 2. September erreicht, bevor eine Kaltfront vom 2. auf den 3. des Monats erste Schneefälle zumindest in den höhergelegenen Gletscherregionen brachte. Im September folgten einige weitere, wenn auch wenig ergiebige Schneefälle, wodurch, mit Ausnahme einer kurzen Warmperiode um die Monatsmitte, größere Ablationsbeträge ausblieben. Eine Kaltfront mit ergiebigen Schneefällen am 23. September beendete das natürliche Haushaltsjahr an HEF und KWF endgültig.

Die meteorologischen Verhältnisse sowie die Oberflächenänderung in der Hauptablationsperiode an der Zunge des HEF sind in Abbildung 7 dargestellt. *Tabelle 3* und Abbildung 6 illustrieren den meteorologischen Verlauf des Haushaltsjahres 2014/15 an der Station in Vent.

Bezogen auf die Station Vent ist die Witterung im Sommer 2015 im Vergleich mit 2003 als ähnlich gletscherunfreundlich zu bewerten. Die mittlere Temperatur im Jahre 2015 war sowohl in den für die Gletscher besonders wichtigen Sommermonaten (Juni, Juli, August), als auch über das Sommerhalbjahr (hier Mai bis September) höher als im Jahre 2003 (Tabelle 3). Für das Nichterreichen des Negativrekordes bezogen auf die mittleren spezifischen Massenbilanzen 2002/03 an HEF und KWF sind zwei Gründe hauptausschlaggebend:

- Erstens der Wegfall von Ablationsflächen mit sehr stark negativer spezifischer Bilanz in den unteren Gletscherregionen durch den massiven Rückgang der vergletscherten Fläche seit 2003 (am HEF wichtiger als am KWF).
- Zweitens die wesentlich größeren Schneerücklagen aus dem Winter 2014/15 und der etwas unterschiedliche meteorologische Verlauf der Sommer 2003 und 2015. Im Jahre 2003 schmolzen die geringen Schneerücklagen aus dem Winter schon im besonders heißen Juni weitgehend ab. So waren im Juli 2003 (deutlich kühler als 2015) bereits große Gletscherflächen frei von Winterschnee und wiesen damit über lange Zeit eine sehr geringe Oberflächenalbedo auf, was wiederum zu großen Ablationsraten führte. Im extrem heißen Juli 2015 waren dagegen vor allem Anfangs des Monats noch große Gletscherflächen schneebedeckt, was über eine erhöhte Oberflächenalbedo das Abschmelzen etwas verlangsamte. Der August 2003 war um etwa 1,1°C wärmer als der August 2015, das Ende der Hauptablationsperiode erfolgte in beiden Jahren durch einen Kaltfrontdurchgang in den ersten Septembertagen. Ebenfalls erwähnenswert ist die Tatsache, dass im Winter 2014/15 kein nennenswerter Eintrag von Saharastaub erfolgte, was die Oberflächenalbedo im Vergleich zu anderen Jahren ebenfalls erhöhte.

Tabelle 3: Monatsmittel der Lufttemperatur und Monatssummen und des Niederschlages im hydrologischen Jahr 2014/15 an der Station Vent. Als Vergleich in rot Temperaturwerte aus dem bisherigen Rekordsommer 2003.

Periode	Lufttemperatur 2015 (und 2003) [°C]	Abweichung vom Mittel 1906-2005 [°C]	Niederschlag [mm]	Abweichung vom Mittel 1906-2005 [mm]
Oktober	6,2	3,1	58	6
November	3,0	5,3	136	86
Dezember	-2,1	3,4	49	9
Jänner	-3,9	2,8	86	47
Februar	-5,7	0,4	65	30
März	-1,6	1,6	47	9
April	2,5	2,3	37	-7
Winter H.J.	-0,2	2,7	477	179
Mai	7,7 (7,4)	2,8	113	51
Juni	11,6 (13,1)	3,5	92	13
Juli	16,0 (11,3)	6,1	44	-44
August	12,0 (13,1)	2,5	67	-25
September	7,1 (6,7)	0,2	63	1
Sommer H.J.	10,9 (10,3)	3,0	379	-3
hydrologisches Jahr	4,4	2,8	856	176

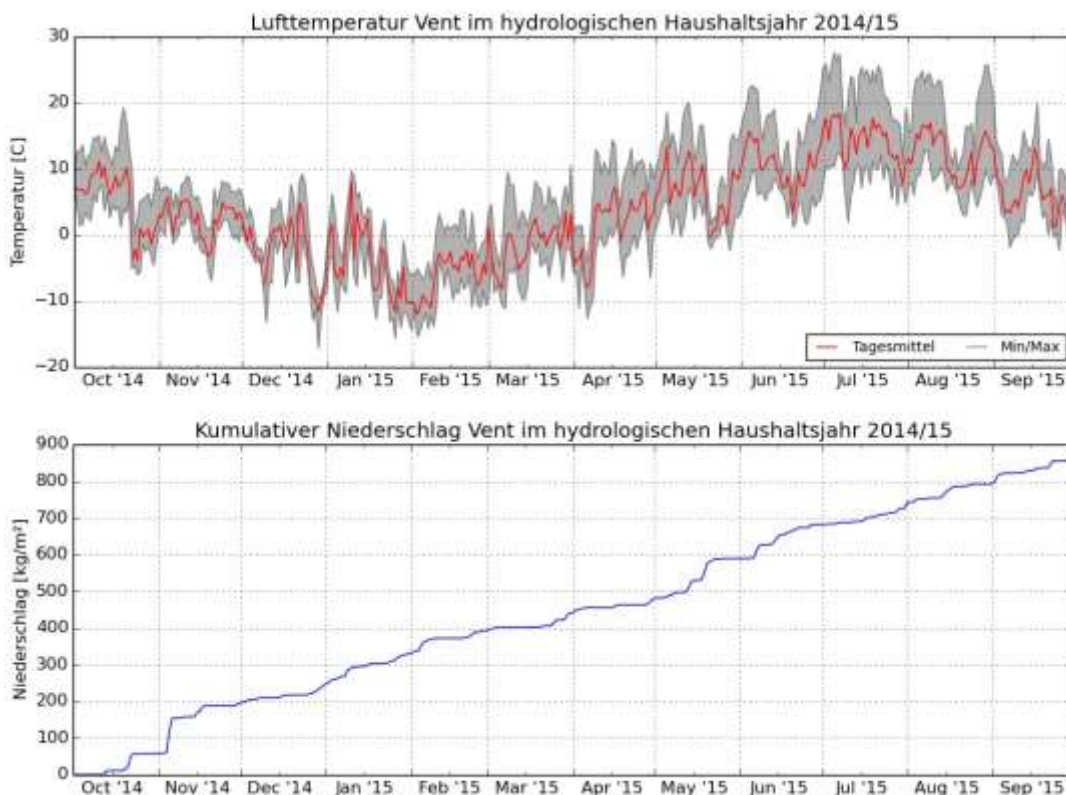


Abbildung 6: Der Verlauf von Lufttemperatur und Niederschlag über das hydrologische Haushaltsjahr 2014/15 an der Station Vent (1906 m). Grafik: F. Covi.

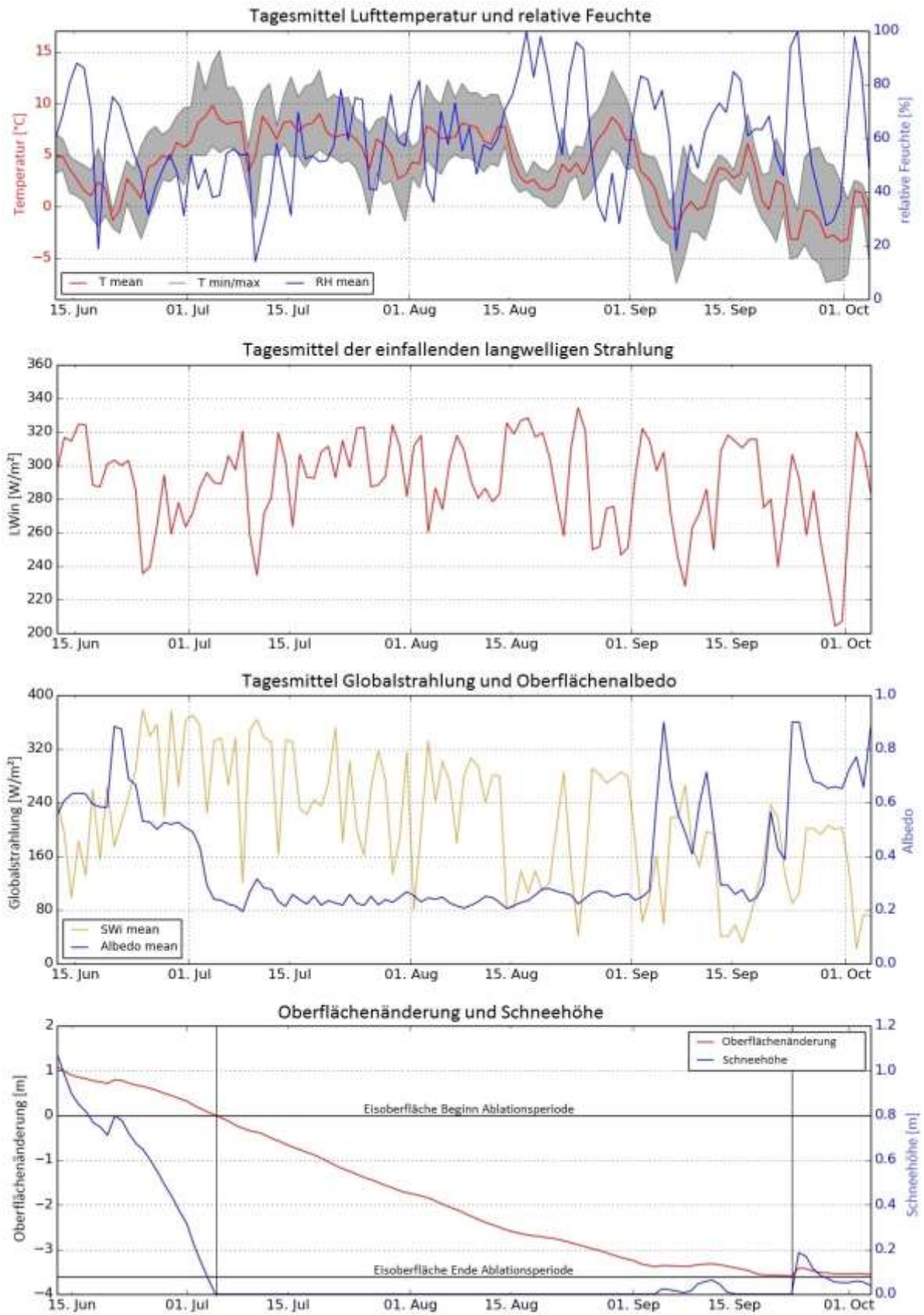


Abbildung 7: Der meteorologische Verlauf und die Oberflächenänderung während der Hauptablationsperiode 2014/15 an der Wetterstation HEF-Eis (ca. 2705 m). Grafik: F. Covi.



Abbildung 8: Bilder der automatischen Kamera am Rofenberg zeigen das rasche Fortschreiten der Ausaperung am HEF im Sommer 2015.

C.2 Massenbilanz Hintereisferner

C.2.1 Winterbilanz

Die Messungen zur Winterbilanz 2014/15 wurden am 11. und 12.05.2015 durchgeführt. Zwischen dem Ende des hydrologischen Winterhalbjahres am 30.04. und dem Datum der Messungen waren am HEF weder ergiebige Neuschneefälle noch (bezogen auf die Gesamtfläche des Gletschers) nennenswerte Ablation zu verzeichnen. Auf entsprechende Korrekturen wird deshalb an dieser Stelle verzichtet. Das Massenmaximum wurde vermutlich nach den Schneefällen in der zweiten Maihälfte erreicht.

84 Schneehöhensondierungen (Abbildung 9) und sechs Schneeschächte (Tabelle 4 und Abbildung 9) zur Dichtemessung bildeten die Basis zur Analyse der Winterbilanz. Erstmals wurden heuer die Sondierungen zur Winterbilanz zumindest teilweise an den Positionen bestehender Pegel durchgeführt um an den entsprechenden Punkten eine genauere Berechnung der Sommerbilanz zu ermöglichen und weitere Aufschlüsse über die zeitliche Entwicklung der Massenbilanz zu erhalten.

Die detaillierten Mess- und Beobachtungswerte aus den Schneeschächten sind im Kapitel D.2.1 aufgelistet, Abbildung 9 zeigt die Messpunkte und die räumliche Verteilung der Winterbilanz am Hintereisferner. Tabelle 6 zeigt die Winterbilanz nach Höhenstufen.

Die mittlere spezifische Winterbilanz des Hintereisferners 01.10.2014-30.04.2015 beträgt:

$$b_w = 1367 \text{ kg/m}^2$$

Auf dem Hintereisferner haben sich im Laufe des glaziologischen Winterhalbjahres $B_w = 9,103 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ Wasser angesammelt.

Tabelle 4: HEF, Winterbilanz 2014/15: Schneehöhe, Dichte und Wasserwert der Schneeschächte für das hydrologische Winterhaushaltsjahr (Die Lage der Schneeschächte ist in Abbildung 4 und Abbildung 9 ersichtlich).

Schacht	Schneehöhe [cm]	Dichte [kg/m ³]	b _w [kg/m ²]
AWS	125	457	571
L6	216	470	1028
TE	338	494	1670
WJ	414	468	1934
HJ	359	437	1535
LJF	412	466	1914

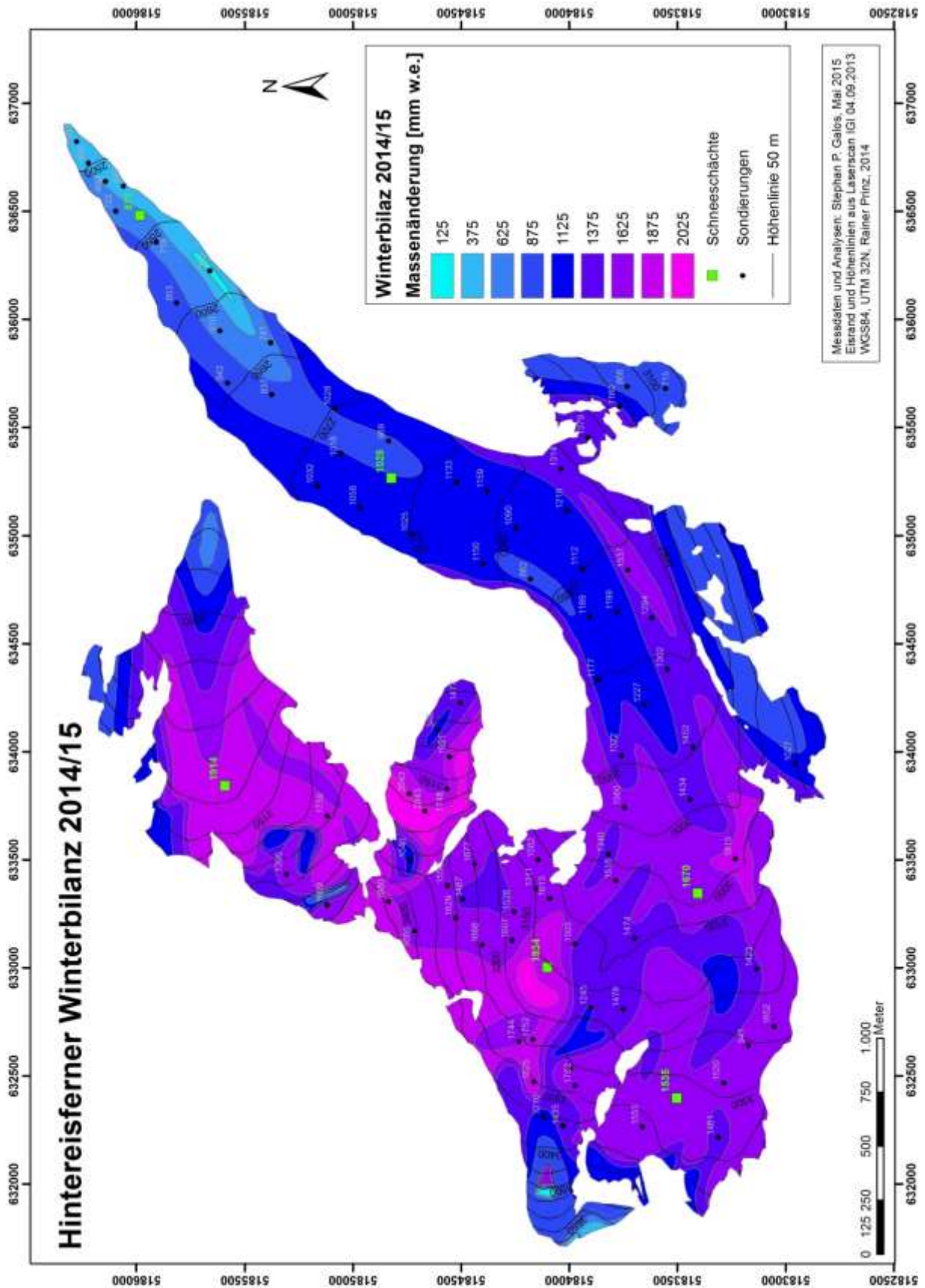


Abbildung 9: Punktwerte und räumliche Verteilung der Massenbilanz im hydrologischen Winterhalbjahr am Hinterseeferner (01.10.2014 – 30.04.2015).

C.2.2 Jahresbilanz

Der Bestimmung der Ablation im Haushaltsjahr 2014/15 liegen Messungen und Beobachtungen aus sieben Feldkampagnen und an 45 Pegeln zugrunde. An 32 dieser Messpunkte konnte die Ablation über das gesamte Haushaltsjahr ohne Rekonstruktionen ermittelt werden (Tabelle 5).

Bei der Feldkampagne vom 4. bis zum 7. August 2015 konnten insgesamt elf Pegel in den höheren Regionen des HEF und LJF installiert werden. Der Ausbau des Pegelnetzes in Höhen bis über 3400 m stellt die längst überfällige Anpassung an die klimatischen Verhältnisse seit den 1990er Jahren dar und ermöglicht in Zukunft eine realitätsnahe Bestimmung der Massenbilanz auch in diesen Regionen des Gletschers. Für die Pegel die im oberen Bereich des Hauptgletschers installiert wurden, konnten mit Hilfe von Bildern der automatischen Kamera am Rofenberg, durch Zuhilfenahme von Messwerten an anderen Pegeln und durch Vergleich mit Ablationsraten nach der Installation, bereits für 2014/15 Ablationswerte rekonstruiert werden. Am LJF war dies nicht möglich und so konnte nur an einem der neuen Pegel (207), welcher direkt an der Schneegrenze installiert wurde, ein Bilanzwert errechnet werden. Die restlichen Pegel am LJF werden ab dem Haushaltsjahr 2015/16 für die Analysen zur Verfügung stehen.

Rekonstruktionen an weiteren Pegeln basieren auf Messwerten von Pegeln in der näheren Umgebung, sowie teilweise auf Informationen (Fotos) zum jeweiligen Ausaperungszeitpunkt.

Zur Messung der Massenrücklage in Form von Altschnee und Herbstschnee (Neuschnee vom Spätsommer oder Herbst bis zum Ende des Haushaltsjahres) wurden bei den Abschlussbegehungen am 05. (Zunge bis AWS-Eis und LJF), bzw. am 09. und 10. Oktober (restliche Gletscherflächen) sechs Schneeschächte angelegt (Abbildung 4 und Kapitel D.2.7). An zwei Schächten (WKJ und B22) wurde kein Dichteabstich vorgenommen. Die Masse der Rücklagen wurde dort mit Dichtewerten aus den anderen Schächten errechnet.

Sinnvolle Sondierungen zur Schneehöhe waren am Ende des Haushaltjahres 2014/15 leider nicht möglich. Die Ursache dafür waren teils mächtige Eislinsen, sowie die bereits gefrorene, schmelzwassergesättigte Firnschicht an der Oberfläche der Rücklagen aus dem Winter 2014/15. Weiters war selbst im Falle eines Durchstechens der oben erwähnten Schichten der Horizont aus dem Vorjahr nicht verlässlich zu spüren.

An allen Messpunkten wurde jeweils die Höhe des Alt- und des Herbstschnees gemessen. Letzterer wurde anhand der Stratigraphie wiederum aufgeteilt in Schnee aus dem Haushaltsjahr 2014/15 und Schnee aus dem Haushaltsjahr 2015/16. Dies ermöglichte eine entsprechende Korrektur der Messungen und somit die Berechnung der Massenbilanz nach fixem Datum (korrigiert auf 30.09.). Die Unsicherheiten bezogen auf das Messdatum im Vorjahr sind gering und werden daher vernachlässigt (siehe Bericht zum Haushaltsjahr 2013/14).

Zur Extrapolation der Punktwerte auf die Gletscherfläche wurden Fotos zur Dokumentation des Ausaperungsverlaufes aus sämtlichen Feldkampagnen während des Sommers herangezogen (z.B.

Abbildung 10). Besonders wertvoll waren dabei einerseits die kontinuierlichen Aufnahmen der automatischen Kamera am Rofenberg (Abbildung 8), andererseits die Bilder aus einem Rundflug des ACINN, welcher extra zu diesem Zwecke am letzten Schönwettertag vor Erreichen der maximalen Ausaperung (02.09.) am 31.08. durchgeführt wurde (Abbildung 11 und Abbildung 12). In Kombination mit den zahlreichen Schneehöhensondierungen der vergangenen beiden Jahre, lieferte aber auch die Ausdehnung der verbleibenden Flächen mit Firn aus den beiden Vorjahren wertvolle Informationen zur flächenhaften Extrapolation der Punktmessungen. Die Punktwerte sind neben den vertikalen Bilanzprofilen in Abbildung 13 sowie in Abbildung 14 eingetragen. Tabelle 6 zeigt die Bilanzwerte nach Höhenstufen sowie alle weiteren Kennwerte der Massenbilanz 2014/15.

Die mittlere spezifische Massenbilanz des Hintereisferners für das hydrologische Haushaltsjahr 01.10.2014 – 30.09.2015 beträgt: $b = - 1682 \text{ kg/m}^2$.

Der Hintereisferner hat im Laufe des hydrologischen Haushaltsjahres 2014/15 $11,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ Wasser verloren.



Abbildung 10: Hintereisferner mit Weißkugel am 04.08.2015, gesehen vom Proviantdepot. Foto: S. Galos.



Abbildung 11: Stand der Ausaperung in den oberen Regionen des HEF am 31.08.2015. Foto: F. Covi (Luftbild).



Abbildung 12: Kaum schneebedeckte Flächen am LIF nahe dem Zeitpunkt der maximalen Ausaperung. Foto: F. Covi, 31.08.2015 (Luftbild).

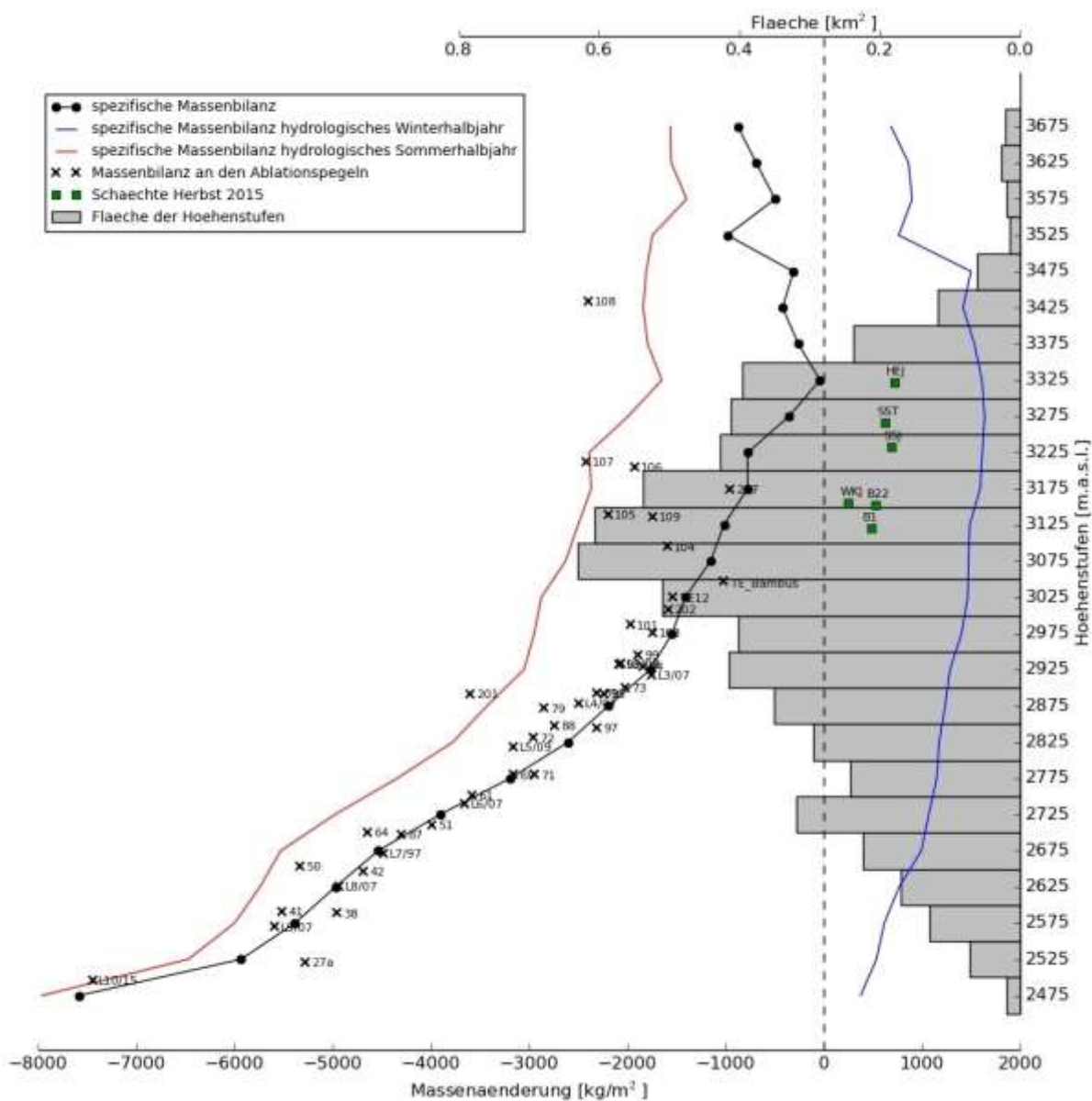


Abbildung 13: Die vertikalen Bilanzprofile am Hintereisferner im Haushaltsjahr 2014/15.

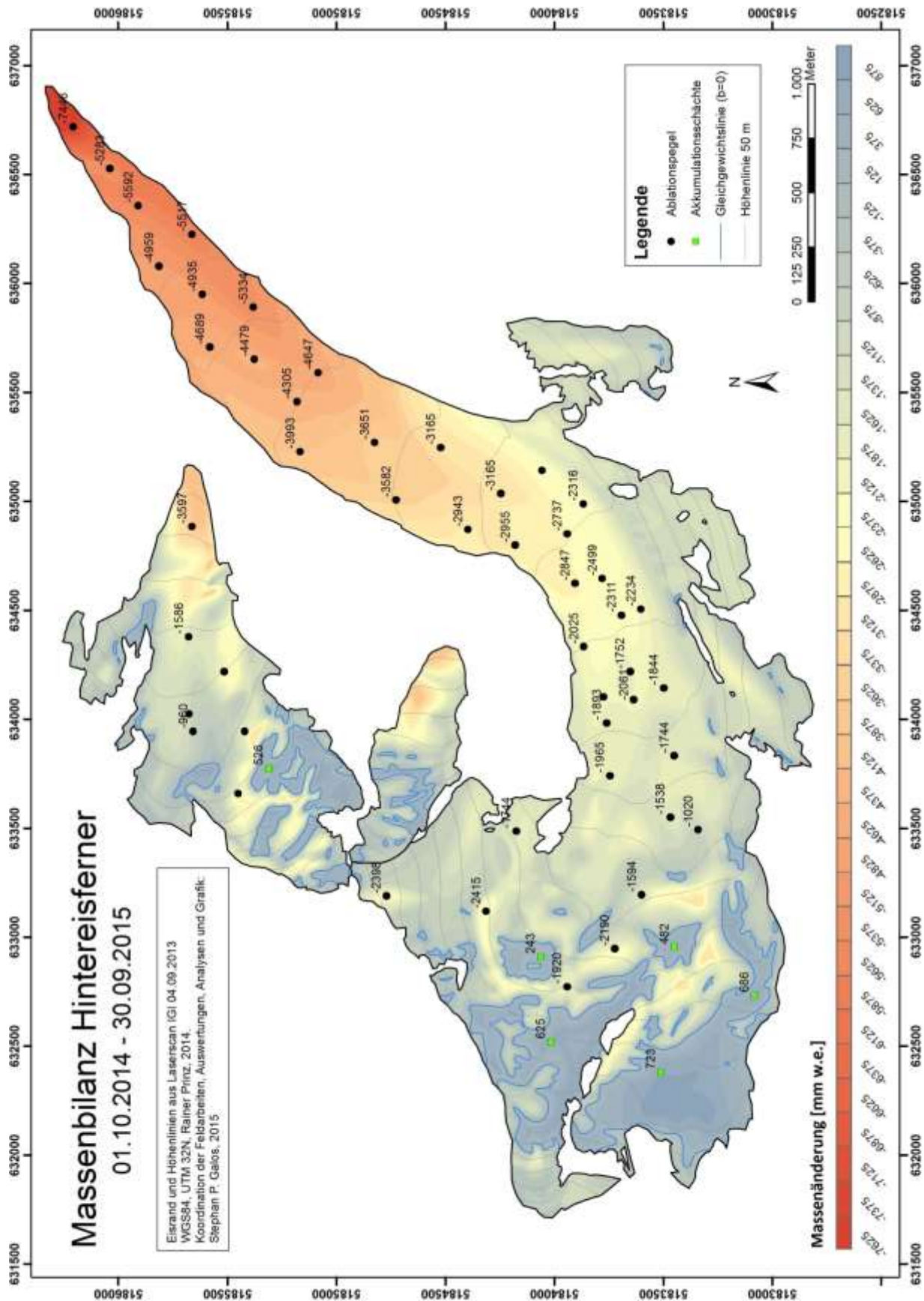


Abbildung 14: Die räumliche Verteilung der Massenbilanz am Hintereisferner im hydrologischen Haushaltsjahr 2014 /15.

Tabelle 6: Kennzahlen und Massenbilanzen des Hintereisferners im Haushaltsjahr 2014/15 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]
	6659	9102994	1367	-20306156	-3049	-11203162	-1682
SC [10 ³ m ²]	1121		BC [m ³ w.e.]	302522		bC [kg/m ²]	207
SA [10 ³ m ²]	5538		BA [m ³ w.e.]	-11505684		bA [kg/m ²]	-2077
ELA	none	m a.s.l.	sc/sa	0,202		AAR	0,168
Winterbilanz				Sommerbilanz			
Höhenstufe	Fläche	BW	bW	Höhenstufe	Fläche	BS	bS
[m.a.s.l.]	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]	[m.a.s.l.]	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]
2475	19	7098	375	2475	19	-150459	-7958
2525	73	39070	536	2525	73	-471171	-6469
2575	129	79629	616	2575	129	-774948	-5998
2625	169	130056	768	2625	169	-972274	-5739
2675	225	223354	993	2675	225	-1243037	-5527
2725	319	341233	1069	2725	319	-1588372	-4976
2775	242	278168	1150	2775	242	-1049879	-4342
2825	295	345971	1175	2825	295	-1112308	-3776
2875	350	432404	1235	2875	350	-1199713	-3428
2925	416	533823	1284	2925	416	-1268917	-3052
2975	401	563000	1403	2975	401	-1182340	-2947
3025	510	747783	1465	3025	510	-1467095	-2875
3075	631	931790	1476	3075	631	-1658948	-2628
3125	607	901215	1485	3125	607	-1518034	-2501
3175	538	856160	1592	3175	538	-1273198	-2367
3225	427	689692	1614	3225	427	-1020141	-2388
3275	413	676579	1638	3275	413	-822690	-1991
3325	396	636869	1610	3325	396	-651768	-1648
3375	237	363718	1533	3375	237	-425279	-1793
3425	118	167256	1418	3425	118	-216676	-1838
3475	61	91627	1498	3475	61	-110542	-1807
3525	15	11493	762	3525	15	-26300	-1744
3575	19	17062	900	3575	19	-26470	-1396
3625	26	22757	863	3625	26	-40871	-1551
3675	20	13991	685	3675	20	-31841	-1560
3725	2	1194	512	3725	2	-2885	-1238
Summe	6659	9102994	1367	Summe	6659	-20306156	-3049
Jahresbilanz							
Höhenstufe	Fläche	B	b				
[m.a.s.l.]	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]				
2475	19	-143361	-7582				
2525	73	-432101	-5933				
2575	129	-695319	-5382				
2625	169	-842218	-4971				
2675	225	-1019683	-4534				
2725	319	-1247139	-3907				
2775	242	-771711	-3192				
2825	295	-766336	-2602				
2875	350	-767309	-2192				
2925	416	-735094	-1768				
2975	401	-619340	-1544				
3025	510	-719312	-1410				
3075	631	-727158	-1152				
3125	607	-616819	-1016				
3175	538	-417037	-775				
3225	427	-330449	-773				
3275	413	-146111	-354				
3325	396	-14899	-38				
3375	237	-61561	-259				
3425	118	-49420	-419				
3475	61	-18915	-309				
3525	15	-14807	-982				
3575	19	-9408	-496				
3625	26	-18114	-687				
3675	20	-17850	-874				
3725	2	-1691	-725				
Summe	6659	-11203162	-1682				

C.3 Massenbilanz Kesselwandferner

Der Bestimmung der Ablation am KWF im Haushaltsjahr 2014/15 liegen Messungen und Beobachtungen an 17 Pegeln und aus drei Feldkampagnen zugrunde. An fünfzehn dieser Messpunkte konnte die Massenänderung für das gesamte Haushaltsjahr ermittelt werden (Tabelle 7). An zwei weiteren musste die Ablation für Teilperioden rekonstruiert werden. Zur Messung der Massenrücklage in Form von Altschnee und Herbstschnee (Neuschnee vom Spätsommer oder Herbst bis zum Ende des Haushaltsjahres) wurden drei Schneeschächte im oberen Gletscherbereich angelegt (Abbildung 5). Wie am HEF konnten auch am KWF keine Schneehöhensondierungen durchgeführt werden. Luftbilder vom 31.08.2015 (zwei Tage vor Erreichen der maximalen Ausaperung) boten – wie auch am HEF – eine wertvolle Hilfe bei der Abgrenzung der Rücklagen aus dem Winter 2014/15, sowie der Ausdehnung der Firnkörper aus den beiden Vorjahren. Außerdem konnte für den Kesselwandferner auf Fotos von Florian Leitner (Studierender am ACINN/IGI und während des Sommers Kellner am Brandenburger Haus) zurückgegriffen werden, der die Verhältnisse am Gletscher während des Sommers 2015 kontinuierlich dokumentierte. Die entsprechenden Bilder erleichterten die Abgrenzung der Flächen mit Rücklagen aus dem Winter 2014/15 und die flächenhafte Extrapolation der Punktmesswerte an den Pegeln und Schächten. In Kombination mit den zahlreichen Schneehöhensondierungen der vergangenen beiden Jahre, lieferte diesbezüglich auch die Ausdehnung der verbleibenden Flächen mit Firn aus den beiden Vorjahren Informationen.

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 weder nennenswerte Niederschläge noch stärkere Eisablation verzeichnet wurden. Bei der Begehung am 24. und 25.09. war der gesamte Gletscher von einer Neuschneesicht vom 23.09. bedeckt. Die Schneehöhen an der Zunge waren aber windbedingt sehr gering (0-10 cm).

Am KWF hat die anhaltend heiße Witterung im Sommer 2015 zur zweitnegativsten Jahresbilanz seit Beginn der Messungen im Jahr 1965 geführt. Der Unterschied zum HEF kann durch die unterschiedliche Flächenhöhenverteilung [Kuhn *et al.*, 1985] erklärt werden. Die Bilanzwerte an den Messpunkten sind neben dem vertikalen Bilanzprofil in Abbildung 16, sowie in Abbildung 17 eingetragen. Tabelle 7 zeigt die Bilanzwerte nach Höhenstufen sowie alle weiteren Kennwerte der Massenbilanz 2014/15 am KWF.

Die mittlere spezifische Massenbilanz des Kesselwandferners für das hydrologische Haushaltsjahr 01.10.2014 – 30.09.2015 beträgt: $b = -1169 \text{ kg/m}^2$

Der Kesselwandferner hat im Laufe des hydrologischen Haushaltsjahres 2014/15 $4,217 \times 10^6 \text{ m}^3$ Wasser verloren.

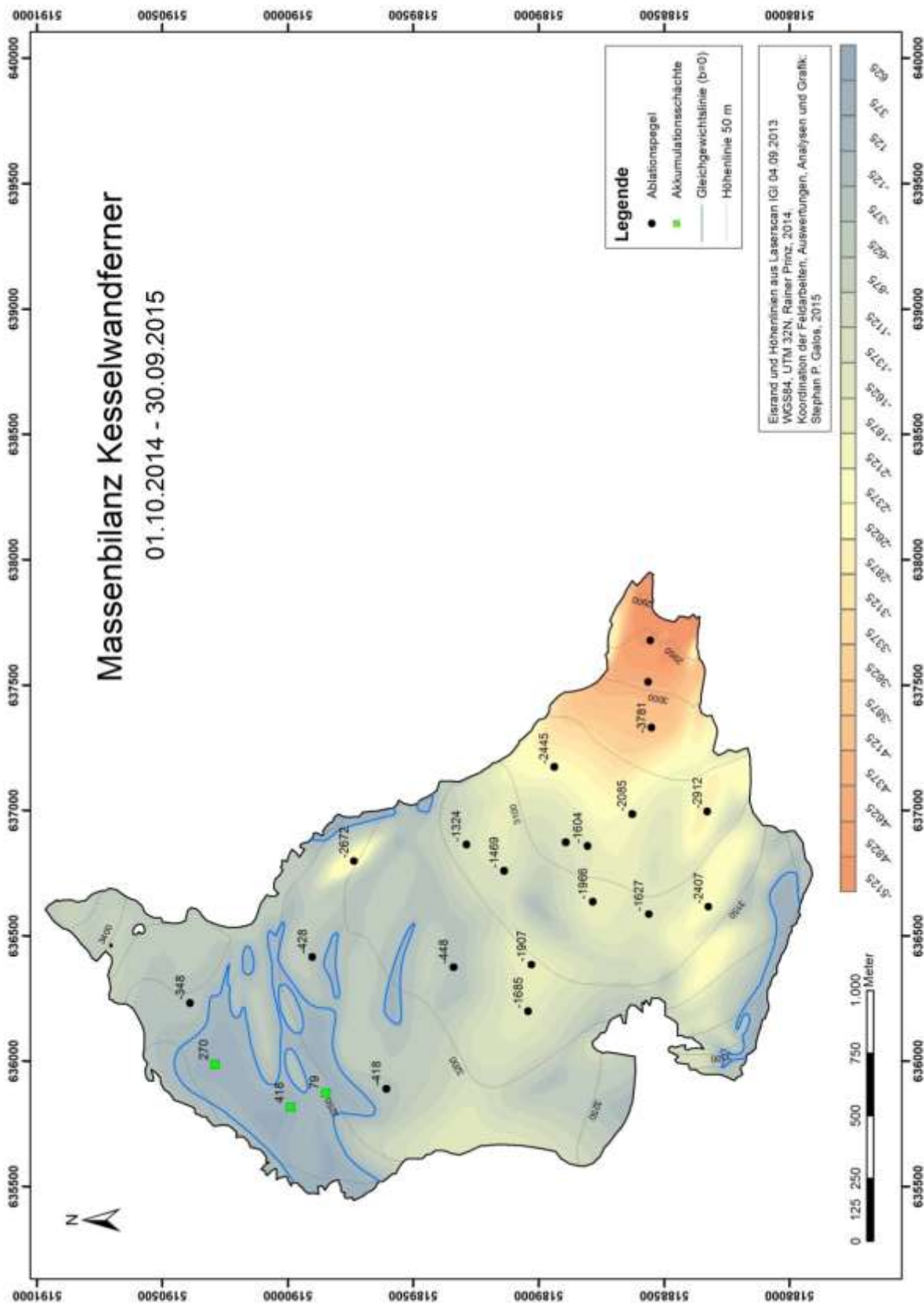


Abbildung 16: Punktwerte und räumliche Verteilung der Massenbilanz am Kesselwandferner im Haushaltsjahr 2014/15.

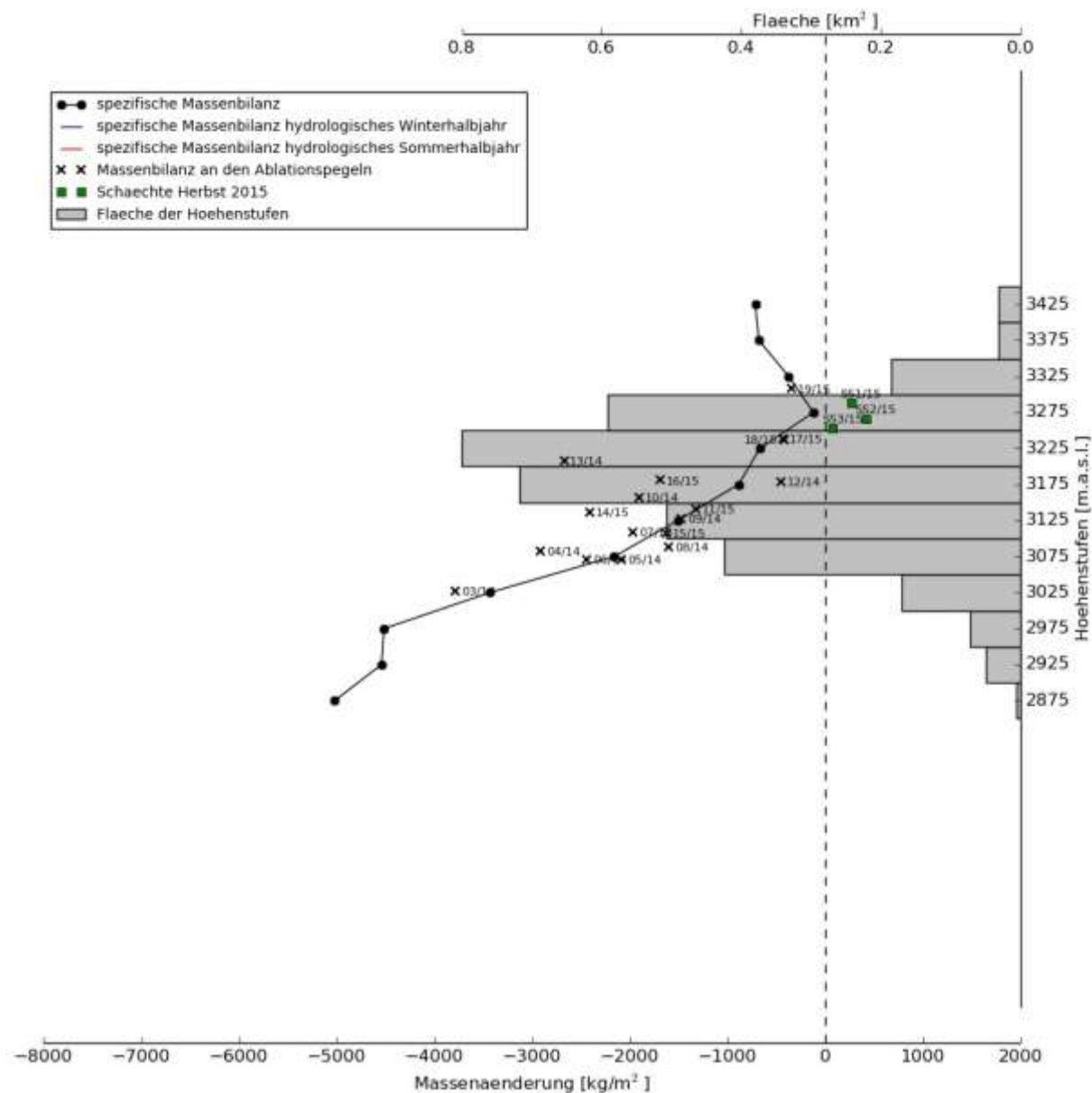


Abbildung 17: Das vertikale Bilanzprofil am Kesselwandferner im Haushaltsjahr 2014/15.

Tabelle 8: Glaziologische Kennzahlen und die Massenbilanz des Kesselwandferners im Haushaltsjahr 2014/15 für die Gesamtfläche und aufgeteilt nach Höhenstufen.

		gesamtes Jahr				
		Fläche	B	b		
		[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]		
		3608	-4216789	-1169		
SC [10 ³ m ²]	425		BC [m ³ w.e.]	101659	bC [kg/m ²]	239
SA [10 ³ m ²]	3184		BA [m ³ w.e.]	-4318448	bA [kg/m ²]	-1356
ELA	none	m.a.s.l.	SC/SA	3,514	AAR	0,118
Jahresbilanz						
Höhenstufe	Fläche	B	b			
[m.a.s.l.]	[10 ³ m ²]	[m ³ w.e.]	[kg/m ²]			
2875	6	-30437	-5017			
2925	49	-222743	-4540			
2975	73	-328561	-4512			
3025	171	-585827	-3430			
3075	424	-915837	-2159			
3125	507	-764300	-1507			
3175	719	-636253	-885			
3225	801	-534877	-667			
3275	591	-71143	-120			
3325	185	-68714	-372			
3375	32	-21683	-677			
3425	32	-22680	-714			
3475	18	-13734	-765			
Summe	3608	-4216789	-1169			



Abbildung 18: Luftbild von KWF und Gepatschferner am 31.08.2015. (Foto: W. Gurgiser)

C.4 Totalisatoren im Rofental

Aus Abbildung 3 ist die Lage der Totalisatoren im Rofental ersichtlich, die Koordinaten sind in Tabelle 9 angeführt. Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse der Ablesungen im Haushaltsjahr 2014/15. In diesem Kapitel wird, im Unterschied zum hydrologischen Winterhalbjahr, der 31.03. als Ende des Winterhalbjahres geführt, da es zum 30.04. keine Ablesung gibt. Die Totalisatoren wurden regelmäßig im Rahmen der Feldkampagnen im Rofental besucht (siehe Kapitel D.4) und am 27.11., beziehungsweise am 03. und am 06.12.2015 entleert (siehe Begehungsprotokolle) und neu mit Frost- und Verdunstungsschutz beschickt.

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
Hochjochospiz	46,8231	10,8262	5187125	639291	2360
Vernagtbrücke	46,8546	10,8298	5190632	639486	2640
Proviandepot	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 2014/15.

Messstelle	Vent N-Waage	Vent	Hochjochospiz	Vernagtbrücke	Proviandepot	Rofenberg	Latschbloder	Station Hintereis
Seehöhe	1900 m	1900 m	2360 m	2640 m	2737 m	2827 m	2910 m	2970 m
Jahr								
01.10.2014 - 30.09.2015	856	769	833	823	931	1090	1031	1418
Verhältnis zu Vent N-Waage		0,90	0,98	0,97	1,09	1,28	1,21	1,66
Winter								
01.10.2014 - 31.03.2015	440	364	386	336	403	501	444	656
Verhältnis zu Vent N-Waage		0,83	0,88	0,76	0,92	1,14	1,01	1,49
Sommer								
01.04.2015 - 30.09.2015	416	405	447	487	528	589	587	762
Verhältnis zu Vent N-Waage		0,97	1,07	1,17	1,27	1,42	1,41	1,83

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	
ACINN	Institut für Atmosphären und Kryosphärenwissenschaften d. Universität Innsbruck (bis 2015: IMGl)	
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	
IMGl	Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck (seit 2015: ACINN)	
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

C.7 Danksagung

Die Arbeiten zur Erstellung der Massenbilanz an Hintereis und Kesselwandferner, sowie die Aufrechterhaltung der glazio- und hydrometeorologischen Messungen in Vent und im Rofental, sind nur durch die aktive Hilfe und Unterstützung mehrerer Institutionen und Einzelpersonen durchführbar. Das ACINN bedankt sich daher bei folgenden Stellen und Personen:

- Dem Hydrographischen Dienst der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Tiroler Landesregierung für die Erteilung des Auftrages und der entsprechenden Teilfinanzierung der Messungen in Vent und im Rofental.
- Dem Rektorat der Universität Innsbruck für die Bereitstellung wesentlicher finanzieller Mittel und damit der Teilfinanzierung des Messprogrammes.
- Der Gemeinde Sölden, insbesondere Frau Angelika Krismer und Herrn Peter Scheiber, für die gute Zusammenarbeit, besonders bei der Installation der neunten Wetterstation und bei der dafür nötigen Bereitstellung von Grund und Infrastruktur.
- Thomas Pirpamer und Familie, sowie den Angestellten des Hochjochospizes für die tatkräftige logistische Unterstützung der Feldarbeiten und die stets exzellente und freundliche Bewirtung am Hochjochospiz.
- Den Schnalstaler Gletscherbahnen für die freundliche logistische Unterstützung der Arbeiten am Hintereisferner auch außerhalb der Betriebszeiten.
- Paul Grüner für die logistische Unterstützung von Feldkampagnen am Hintereisferner und am Rofenberg.
- Florian Klotz mit Familie für die logistische Unterstützung der Arbeiten und für die freundliche Bewirtung vor und nach den Feldkampagnen im Gasthof Rofenhof.
- Florian Leitner für die kontinuierliche Dokumentation der Verhältnisse am Kesselwandferner über den Sommer 2015 während seiner Tätigkeit als Kellner am Brandenburger Haus, sowie bei der Mann(Frau)schaft des Brandenburgerhauses für die freundliche Bewirtung während der Feldarbeiten.
- Allen weiteren Personen die durch ihre Unterstützung die Aufrechterhaltung der Messprogramme in Vent und im Rofental durch das ACINN unterstützt und möglich gemacht haben, insbesondere die Teilnehmer an den notwendigen Feldarbeiten, welche oft große körperliche Leistungen erbracht haben, die weit über den Wert diverser Spesenabgeltungen hinausgehen.

D. ANHANG

D.1 Geleistete Arbeiten

D.1.1 Feldkampagnen

Die Feldkampagnen in der Saison 2014/15 im Rofental erforderten acht Arbeitseinsätze am HEF und drei am KWF, die meistens mehrtägig absolviert wurden. Zusätzlich wurde der Regenmesser in Vent meist monatlich, jene im Rofental wie gewohnt zwischen Anfang April und Anfang Oktober alle zwei Monate abgelesen. Die Wartung der Wetterstation in Vent und die Installation einer neuen Wetterstation erforderte zusätzliche Arbeitseinsätze. Insgesamt erforderten die Arbeiten im Haushaltsjahr 2014/15 den Einsatz von 95 Personentagen (mitgerechnet sind dabei die Neubeschickung der Totalisatoren am 31.10.2014, sowie die Arbeiten an der neuen AWS in Vent, nicht aber die Arbeiten zur Neubeschickung der Totalisatoren im November und Dezember 2015 und weitere Ablesungen des Totalisators Vent nach dem 05.10., obwohl teilweise in der Dokumentation auf den folgenden Seiten aufgelistet). Es waren insgesamt 21 Personen bei den Feldmessungen beteiligt. Im Haushaltsjahr 2014/15 wurde das Messprogramm im Rofental durch zwei Helikopterflüge (Neubeschickung der Totalisatoren am 31.10.2014 und Versorgung der Station Hintereis mit vier neuen Gasflaschen am 24.07.) unterstützt.

Eine Feldkampagne des Physikalischen Instituts der Universität Aachen zur Erprobung von Eisbohrtechniken zur Anwendung an extraterrestrischen Eiskörpern wurde in Planung und Durchführung (Anfang bis Mitte August 2015 am HEF) unterstützt.

Personentage

- **83 Personentage – ACINN:**
Stephan Galos (21), Federico Covi (16), Rainer Prinz (10), Matthias Dusch (5), Fabien Maussion (4), Philipp Vettori (4), Tobias Zolles (4), Rainer Diewald (3), Georg Kaser (3), Lindsey Nicholson (3), Costanza Del Gobbo (2), Kevin Fourteau (2), Daniel Thorlaksson (2), Wolfgang Gurgiser (1), Florian Leitner (1), Felix Schüller (1), Anna Wirbel (1).
- **10 Personentage – IGI:**
Hannah Prantl (6), Doris Hermle (2), Franz Grüsser (2)
- **2 Personentage** durch private Helfer: Veronica Modena (2).

Alle Kampagnen verliefen unfall- und verletzungsfrei.

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

D.1.2 Messungen und Analysen

Im Rahmen des Auftrages zur Erstellung der Massenbilanz an HEF und KWF, sowie der Wartung, Analyse und Auswertung des Regenmessernetzwerkes Vent/Rofental wurden durch das ACINN im Haushaltsjahr 2014/15 folgende Leistungen erbracht:

- 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.
- 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.
- Die Ergebnisse der Massenhaushaltsuntersuchungen an Hintereis- und Kesselwandferner wurden an das World Glacier Monitoring Service (WGMS) übermittelt.

D.2 Dokumentation der Feldarbeiten am Hintereisferner

D.2.1 Feldkampagne 11. und 12.05.2015 (Messungen zur Winterbilanz)

Ziel der Feldkampagne:

- Messung der Massenrücklage aus der Akkumulationsperiode 2014/15 zur Erstellung der Winterbilanz am Hintereisferner
- Fotodokumentation

Teilnehmer:

- Stephan Galos, Lindsey Nicholson, Federico Covi, Tobias Zolles, Costanza Del Gobbo – ACINN
- Doris Hermle – IGI

Ausgeführte Arbeiten:

- 11.05.: Schächte, WKJ, HEJ, AWS und L6, sowie Schneehöhensondierungen und Ablesung Totalisator Station Hintereis
- 12.05.: Schacht LJF und TE, sowie weitere Schneehöhensondierungen und Kontrolle AWS Station Hintereis

Ablauf:

10.05.: Anfahrt aller Teilnehmer nach Unserfrau. Gemeinsames Abendessen und Übernachtung im Hotel Goldenes Kreuz.

11.05.: Frühstück und Anfahrt zur für den öffentlichen Betrieb geschlossenen Schnalstaler Gletscherbahn in Kurzras und Auffahrt mit der Betriebsfahrt für die bei der Revision beschäftigten Arbeiter. Wie durch Georg Kaser mit der Betriebsleitung abgesprochen, wird extra für uns der Sessellift ins Hintere Eis kurzzeitig in Betrieb genommen. Von der Bergstation des Sesselliftes Aufstieg ins Hintere Eis und Abfahrt auf den Hauptgletscher. Aufteilen in drei Teams: Nicholson/Zolles führen die Sondierungen an der Zunge durch und legen die Schächte AWS und L6 an, Covi/Del Gobbo steigen auf zum Hintereisjoch und legen den dortigen Schacht an und führen auf dem Weg dorthin Schneehöhensondierungen durch, Galos/Hermle bringen den Großteil des Proviantes auf die Station Hintereis, lesen den Totalisator unterhalb der Station ab, legen den Schacht WKJ an und führen an den auf dem Weg gelegenen Messpunkten ebenfalls Schneehöhensondierungen durch. Am Abend treffen sich alle wieder auf der Station Hintereis wo das Abendessen bestehend aus Spaghetti Bolognese und grünem Salat mit reichlich Chianti genossen wird. Übernachtung.

12.05.: Wieder Bildung von drei Teams: Covi/Zolles steigen über den Stationsferner zur Langtaufererspitze auf und fahren über den LJF ab um den dortigen Schacht anzulegen. Entlang des Weges werden Sondierungen durchgeführt bis die Sonde abbricht und im tiefen Schnee stecken bleibt. Team Nicholson/Del Gobbo steigen von der Station Hintereis zum Ort des Schachtes TE und beginnen diesen auszuheben während Team Galos/Hermle weitere Sondierungen im orographisch

linken Teil des oberen Hauptgletschers durchführen und danach ebenfalls wieder zu Schacht TE abfahren und dort mithelfen. Die am Schacht TE beteiligten Personen steigen nach Beendigung der Arbeiten gemeinsam zum Teufelsegg auf und fahren danach über das Schigebiet bis fast nach Kurzras ab. Die Schi müssen dabei nur auf den untersten 50 Hm getragen werden. Team Covi/Zolles steigt nach einigen Komplikationen rund eineinhalb Stunden später ebenfalls zum Teufelsegg auf und fährt von dort ab. Gemeinsames Abendessen im Gastgarten der Brauerei Forst. Rückfahrt nach Innsbruck.

Aktuelle Situation:

Die Schneelage am Hintereisferner ist wider Erwarten überdurchschnittlich und unterscheidet sich in der Gesamtmenge kaum von den beiden schneereichen Vorjahren. Die nordexponierten Hänge zwischen Rofenberg/Hinterem Eis und Steinschlagjoch weisen relativ wenig Schnee auf, während die Hänge gegenüber, z.B. unterhalb der Langtauferer Spitze sehr gut eingeschneit sind. Exponierte Stellen sind stark abgeblasen und Mulden gut gefüllt. Insgesamt ist der Windeinfluss über den gesamten Winter deutlicher als in anderen Jahren zu spüren. Eine rasche und starke Abnahme der Schneemengen südlich des Hauptkamms ist mit freiem Auge offensichtlich.

An beiden Arbeitstagen freundliches Frühlingswetter, im Tagesverlauf zunehmende Quellbewölkung die den freundlichen Gesamteindruck aber nie stört. Nullgradgrenze um 3000 m, wenig Wind.



Abbildung 19: S. Galos bei den Arbeiten in Schacht WKJ am 11.05.2015. Foto: D. Hermlle.

Schacht AWS						
Schacht: AWS	H = 125 cm	X: 636492	Y: 5186002	Alt: 2526	Date:	11.05.2015
Lindsey Nicholson, Tobias Zolles					Time:	11:30 MESZ
Durchmesser Rohr cm	5,65					
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	21,0	820	550	0,270	513	108
2	21,0	805	550	0,255	484	102
3	21,0	770	550	0,220	418	88
4	21,0	780	550	0,230	437	92
5	21,2	780	550	0,230	433	92
6	16,5	740	550	0,190	459	76
Gesamt:	121,7	4695	3300	1,395	457	556
Korrekturen:						
Differenz gemessene Tiefe - Summe der Abstiche = 3,3 cm				rho = 457	ww = 15	
Schnee 30.09.2014 (über Saharastaub 2014) = 0 cm						
					korrigiert:	571 kg/m²

Schacht Teufelsegg						
Schacht: TE	H = 348 cm	X: 633417	Y: 5183422	Alt: 3047	Date:	12.05.2015
S. Galos, Doris Hermle, Lindsey Nicholson, Costanza Del Gobbo					Time:	14:30 MESZ
Durchmesser Rohr cm	5,65					
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	21,0	755	542	0,213	405	85
2	21,0	735	542	0,193	367	77
3	21,0	780	542	0,238	452	95
4	21,0	790	542	0,248	471	99
5	21,0	800	542	0,258	490	103
6	21,6	825	542	0,283	523	113
7	21,0	830	542	0,288	547	115
8	21,0	795	542	0,253	481	101
9	21,0	835	542	0,293	556	117
10	21,3	840	542	0,298	558	119
11	21,0	790	542	0,248	471	99
12	21,0	800	542	0,258	490	103
13	21,0	810	542	0,268	509	107
14	21,0	815	542	0,273	519	109
15	19,0	815	542	0,273	573	109
16	21,0	790	542	0,248	471	99
17	2,0	587	542	0,045	897	18
18	4,0	589	542	0,047	469	19
Gesamt:	340,9	13981	9756	4,225	494	1685
Korrekturen:						
Differenz gemessene Tiefe - Summe der Abstiche = 7 cm				rho = 494	ww = 35	
Sommer Schnee 30.09.2014 (über Saharastaub 2014) = 10 cm				rho = 500	ww = 50	
					korrigiert:	1670 kg/m²

Schacht L6						
Schacht: L6	H = 216 cm	X: 635268	Y: 5184824	Alt: 2728	Date:	11.05.2015
Lindsey Nicholson, Tobias Zolles				Time:		14:30 MESZ
Durchmesser Rohr cm	5,65					
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	21,0	800	550	0,250	475	100
2	21,0	835	550	0,285	541	114
3	20,0	780	550	0,230	459	92
4	21,0	790	550	0,240	456	96
5	20,7	790	550	0,240	462	96
6	17,0	760	550	0,210	493	84
7	2,0	595	550	0,045	897	18
8	21,0	745	550	0,195	370	78
9	21,0	785	550	0,235	446	94
10	21,0	800	550	0,250	475	100
11	21,0	815	550	0,265	503	106
12	5,0	600	550	0,050	399	20
Gesamt:	211,7	9095	6600	2,495	470	995
Korrekturen:						
Differenz gemessene Tiefe - Summe der Abstiche = 7 cm				rho = 468	ww = 33	
Schnee 30.09.2014 (über Saharastaub 2014) = 0 cm						
				korrigiert:	1028 kg/m²	

Schacht Weißkugeljoch						
Schacht: WKJ	H = 427 cm	X: 633006	Y: 5184107	Alt: 3166	Date:	11.05.2015
Stephan Galos, Doris Hermle				Time:		17:00 MESZ
Durchmesser Rohr cm	5,60					
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	20,6	792	590	0,202	398	82
2	20,6	792	590	0,202	398	82
3	20,9	822	590	0,232	451	94
4	20,6	824	590	0,234	461	95
5	20,9	818	590	0,228	443	93
6	20,6	800	590	0,210	414	85
7	20,6	812	590	0,222	438	90
8	20,6	830	590	0,240	473	97
9	20,6	840	590	0,250	493	102
10	20,6	830	590	0,240	473	97
11	20,6	845	590	0,255	503	104
12	20,6	840	590	0,250	493	102
13	20,6	870	590	0,280	552	114
14	20,6	842	590	0,252	497	102
15	20,6	820	590	0,230	453	93
16	20,6	832	590	0,242	477	98
17	20,6	835	590	0,245	483	99
18	20,6	848	590	0,258	508	105
19	20,9	850	590	0,260	505	106
20	20,6	830	590	0,240	473	97
21	7,0	660	590	0,070	406	28
Gesamt:	419,9	17232	12390	4,842	468	1966
Korrekturen:						
Differenz gemessene Tiefe - Summe der Abstiche = 7 cm				rho = 468	ww = 33	
Schnee 30.09.2014 (über Saharastaub 2014) = 13 cm				rho = 500	ww = 65	
				korrigiert:	1934 kg/m²	

Schacht Hintereisjoch						
Schacht: HEJ	H = 412 cm	X: 632452	Y: 5183420	Alt: 3322	Date:	11.05.2015
Federico Covi, Costanza Del Gobbo					Time:	17:00 MESZ
Durchmesser Rohr cm		5,65				
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	20,5	730	550	0,180	350	72
2	21,0	700	550	0,150	285	60
3	21,0	730	550	0,180	342	72
4	21,5	780	550	0,230	427	92
5	21,0	710	550	0,160	304	64
6	21,5	800	550	0,250	464	100
7	21,0	800	550	0,250	475	100
8	21,0	780	550	0,230	437	92
9	21,0	810	550	0,260	494	104
10	21,0	780	550	0,230	437	92
11	21,0	810	550	0,260	494	104
12	21,0	790	550	0,240	456	96
13	20,5	790	550	0,240	467	96
14	21,0	830	550	0,280	532	112
15	21,0	820	550	0,270	513	108
Zwischens.:	315,0	11660	8250	3,410	432	1360
Rek.:	90,0			1,027	455	409
Gesamt:	405,0			4,437	437	1770
Ende der Auswertung wegen Zeitmangels in 3,22 m						
Rek.: Vergleich der mittleren Dichte der ersten 15 Abstiche zwischen Weißkugeljoch und Hintereisjoch ergibt eine um 7% geringere Dichte am Hintereisjoch. Mittlere Dichte der untersten 5 Abstiche am Weißkugeljoch * 0,93 ergibt Dichte von 455 kg/m ³ welche mit der verbleibenden Schachttiefe von 90 cm die Grundlage der Rekonstruktion bildet.						
Korrekturen:						
differenz gemessene Tiefe - Summe der Abstiche = 7 cm				rho = 432	ww = 30	
Sommerschnee 30.09.2014 (über Saharastaub 2014) = 53 cm				rho = 500	ww = 265	
korrigiert:					1535 kg/m²	



Abbildung 20: Blick von der Station Hintereis auf die Zunge des HEF. Foto: D. Hermle, 12.05.2015.

Schacht Langtaufererjochferner						
Schacht: LJF	H = 422 cm	X: 633882	Y: 5185590	Alt: 3089	Date:	12.05.2015
Tobias Zolles, Federico Covi					Time:	14:30 MESZ
Durchmesser Rohr cm	5,65					
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	21,0	790	550	0,240	456	96
2	1,0	572	550	0,022	877	9 Eislins
3	21,0	750	550	0,200	380	80
4	20,5	760	550	0,210	409	84
5	20,3	770	550	0,220	432	88
6	20,0	770	550	0,220	439	88
7	21,0	775	550	0,225	427	90
8	20,0	765	550	0,215	429	86
9	22,0	800	550	0,250	453	100
10	21,0	790	550	0,240	456	96
11	21,0	800	550	0,250	475	100
12	21,0	800	550	0,250	475	100
13	21,0	810	550	0,260	494	104
13	14,5	740	550	0,190	523	76
15	4,0	640	550	0,090	897	36 Eislins
16	20,5	780	550	0,230	447	92
17	21,0	800	550	0,250	475	100
18	21,0	820	550	0,270	513	108
19	21,0	830	550	0,280	532	112
Zwischens.:	352,8	14562	10450	4,112	465	1640
Rek.:	69,0			0,811	469	324
Gesamt:	421,8			4,923	466	1964
<p>Rek.: Vergleich der mittleren Dichte der ersten 3,5 m zwischen Weißkugeljoch und Hintereisjoch ergibt idente Dichte am Weißkugeljoch und Langtaufererjochferner. Mittlere Dichte der untersten 3 Abstiche am Weißkugeljoch bildet mit der verbleibenden Schachttiefe von 69 cm die Grundlage der Rekonstruktion.</p>						
Korrekturen:						
Differenz gemessene Tiefe - Summe der Abstiche = 0 cm						
Sommer Schnee 30.09.2014 (über Saharastaub 2014) = 10 cm						
					rho = 500	ww = 50
					korrigiert:	1914 kg/m²



Abbildung 21: Tobias Zolles beim Sondieren an der Zunge des HEF. Foto: L. Nicholson, 11.05.2015.



Abbildung 22: Der obere Teil des HEF mit Weißkugel und Langtauferspitze. Foto: S. Galos, 11.05.2015



Abbildung 23: Gute Stimmung bei den Arbeiten an Schacht TE. Foto: S. Galos, 12.05.2015.

D.2.2 Feldkampagne 03. und 04.07.2015

Ziel der Begehung:

- Ablesung der Totalisatoren in Vent, am Hochjochhospiz und an der Station Hintereis
- Ablesung und Kontrolle der Ablationspegel an der Zunge des Hintereisferners
- Kontrolle und Wartung der Wetterstation an der Zunge des Hintereisferners

Teilnehmer:

- Federico Covi – ACINN
- Veronica Modena - privat

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

Anfahrt nach Vent, Ablesung des Totalisators und kurze Kontrolle der Wetterstation. Weiterfahrt nach Rofen und Aufstieg zum Hospiz. Nach kurzer Pause weiterer Anstieg zum Hintereisferner, wobei auf dem Weg noch der Regenmesser am Hospiz abgelesen wird. Beim Aufstieg über die Gletscherzunge bricht unerwartet ein heftiges Gewitter herein. Dementsprechend rascher Aufstieg unter Blitz, Donner und Hagel zur Station Hintereis. Übernachtung.

Am 04.07. Ablesung des Totalisators an der Station Hintereis und Abstieg über den Gletscher zur Wetterstation an der Zunge bei welcher um ca 09:20 Uhr die Daten ausgelesen und die Speicherkarte gewechselt werden. Ein Standfuß der Wetterstation ist über den Winter unter der Schneelast gebrochen und muss ausgetauscht werden. Der Strahlungssensor ist wegen der Beschädigung des Dreibeins nicht horizontal ausgerichtet.

Ablesung der Pegel L10/13, 27a, L9/07, L8/07, L7/97, 73, L4/07, 79, 88, 72, L5/09, 69, L6/07, 87, 42, 38, wobei an einigen noch nicht ausgeaperten Pegeln nur die Schneehöhe aufgezeichnet wird.

Situation:

An beiden Tagen schwül-heißes Wetter mit starker Ablation und entsprechend angeschwollenem Abfluss in der Rofenache. Lufttemperatur an der Station Hintereis am 03.07.2015 nach dem Gewitter immer noch 11°C. Nullgradgrenze auf über 4500 m. Am 04.07. etwas sonniger aber ebenfalls im Tagesverlauf zunehmende Quellbewolkung und leichte Schauer am Nachmittag.

Die Schneegrenze befindet sich in etwa bei der Automatischen Wetterstation an der Zunge auf etwa 2700 m oder leicht darüber. In den höheren Gletscherregionen sind noch größere Mengen an Winterschnee vorhanden.

Station Hintereis: Alles in Ordnung, keine Spuren von Besuchern seit dem letzten Aufenthalt am 02.06.2015. Noch einige Fertiggerichte (Pasta und Suppe) in der Vorratsbox vorhanden.



Abbildung 24: Die Zunge des HEF am 03.07.2015 gesehen von der Station Hintereis. Foto: F. Covi.

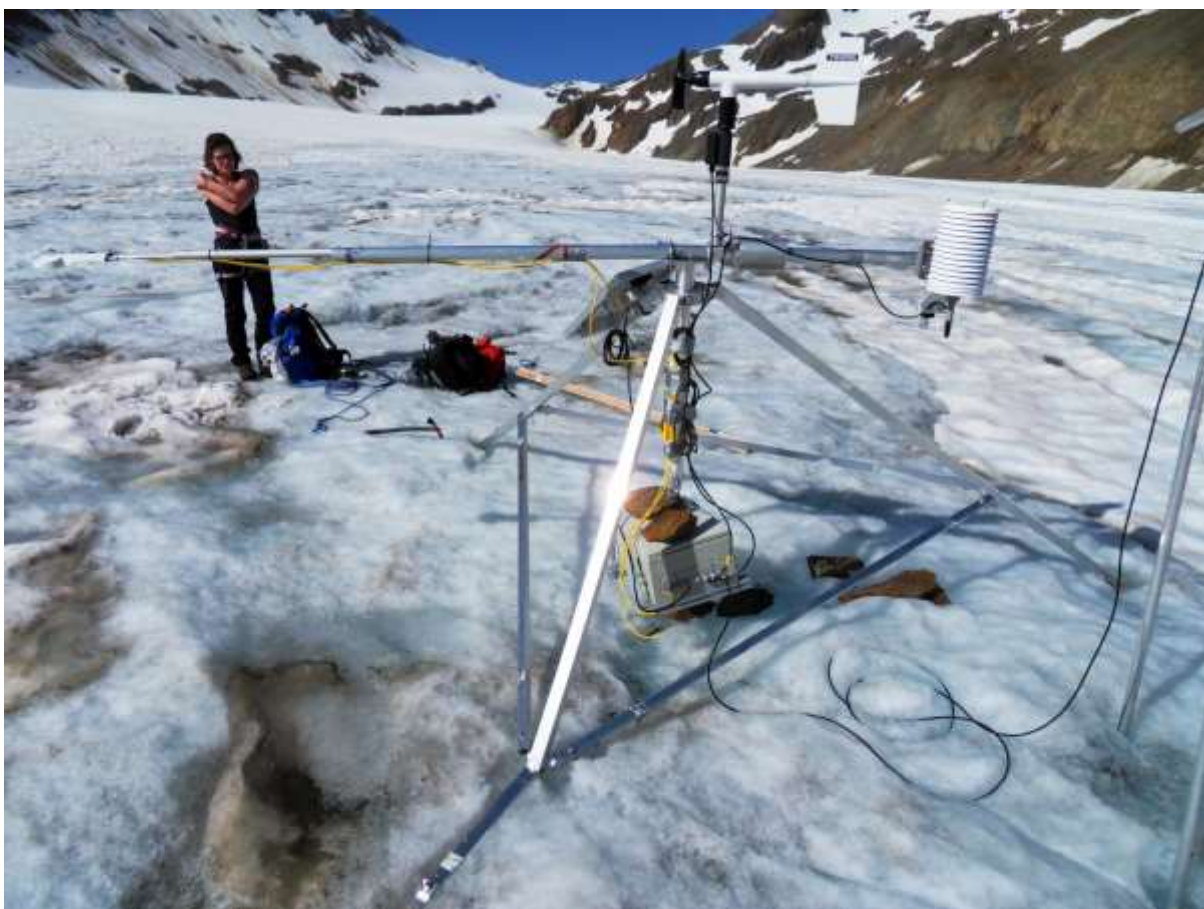


Abbildung 25: V. Modena an der leicht beschädigten AWS-Eis am 04.07.2015. Foto: F. Covi.

D.2.3 Feldkampagne 07. und 08.07.2015

Ziel der Begehung:

- Durchführung der Lehrveranstaltung „Glaziologisches Geländepraktikum“ der Universität Innsbruck
- Nachbohren von Ablationspegeln am Hintereisferner
- Kontrolle des Messnetzes und der Wetterstation an der Zunge
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse am und um das Untersuchungsgebiet

Teilnehmer:

- Rainer Prinz, Stephan Galos – ACINN
- Lukas Fritz - Bergführer
- 16 Studenten der Lehrveranstaltung „Glaziologisches Geländepraktikum“ der Uni Innsbruck

Ablauf:

Aufstieg am Vormittag des 7. Juli von Rofen zum Hochjochhospiz und nach dem Beziehen der Lager für die nächsten drei Tage und einer gemütlichen Mittagspause weiter zur Zunge des Hintereisferners. Nach einer Einführung ins Untersuchungsgebiet werden gleich die Pegel 38 und L8 nachgebohrt und mit DGPS eingemessen. Danach wieder Abstieg zum Hospiz -> Übernachtung.

Am Morgen des 8. Juli wieder Aufstieg zum Gletscher bis zur Automatischen Wetterstation bei der ein gebrochener Standfuß repariert wird. Danach Aufteilung in zwei Gruppen welche jeweils von Rainer Prinz bzw. Stephan Galos geleitet werden. Beide Gruppen bohren diverse Pegel (61, 64, 87, L7) an der Zunge nach. Aufgrund eines aufziehenden Gewitters verlassen die meisten Studenten am frühen Nachmittag mit dem Bergführer den Gletscher und steigen zum Hospiz ab. Eine kleine Gruppe verbleibt am Gletscher und bohrt noch Pegel 41 nach.

Ausgeführte Arbeiten:

Es wurden in zwei Tagen insgesamt sieben Pegel an der Zunge des Hintereisferners nachgebohrt und weitere insgesamt Pegel abgelesen (siehe Pegelprotokoll). Ein kleinerer Schaden am Dreibein der automatischen Wetterstation wurde behoben, die Wetterstation wurde neu ausgerichtet und der Mast für die Ablations-/Schneehöhenmessung angepasst. Die aktuellen Verhältnisse am und um den Gletscher wurden ausführlich durch Fotos dokumentiert. Das glaziologische Messprogramm im Rofental wurde den Studenten erklärt und näher gebracht.

Situation:

Die Zunge des Hintereisferners ist unterhalb von etwa 2850 bis 2900 m bereits schneefrei. Die Zunge des Langtaufererjochferners ist im untersten Bereich ebenfalls bereits frei von Winterschnee, ebenso

Teile im unteren Bereich des Stationsferners. Die Gletscherbrüche in hoch gelegenen Bereichen beginnen bereits auszuapern.

Witterung:

Am 07.07. sonnig, nur leicht bewölkt, extrem heiß. Nullgradgrenze jenseits von 4500 m. Sehr starkes Schmelzen und ungewöhnlich viel, sehr trübes Schmelzwasser in den Abflüssen.

Am 08.07. stark bewölkt, meist bedeckt. Immer wieder leichter Regen und ein wenig kühler. Lebhafter Wind aus West. Immer noch sehr mild trotz weiterer Abkühlung während des Tages. Durchgang einer Kaltfront am späten Abend. Nullgradgrenze von über 4000 m auf etwa 3500 m am Abend sinkend. Immer wieder ziehen kurze Gewitter durch. Diese werden aber nie wirklich bedrohlich. Die Niederschlagsmengen bleiben unbedeutend.



Abbildung 26: Ein Bild sagt mehr als tausend Worte... Der Gletscherabfluss vom HEF am Nachmittag des 07.07.2015. Foto: S. Galos.



Abbildung 27: Kursbetrieb an der Zunge des HEF im Rahmen der Lehrveranstaltung „Glaziologisches Geländepraktikum“ mit Studenten des ACINN und des IGI. Foto: S. Galos, 07.07.2015.

D.2.4 Feldkampagne 21. und 22. 07.2015

Ziel der Feldkampagne:

- Durchführung dringender Pegelbohrarbeiten im oberen Bereich der HEF-Zunge
- Pegelablesungen
- Wartung der Wetterstation auf dem Gletscher

Teilnehmer:

- Federico Covi, Fabien Maussion, Kevin Fourteau - ACINN

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

Anfahrt am 21.07.2015 von Innsbruck nach Rofen und Aufstieg zum Hochjochospiz. Nach einer Pause weiter zum Hintereisferner. Während dem Aufstieg über die Gletscherzunge werden diverse Pegel abgelesen und der Strahlungssensor an der AWS-Eis horizontal ausgerichtet. Bohren von Ablationspegeln im oberen Bereich der Gletscherzunge. Aufstieg zur Station Hintereis. Dabei wird der Totalisator unterhalb der Station abgelesen. Abendessen an der Station, Übernachtung.

Am 22.07. Bohren und Ablesen von weiteren Ablationspegeln. Im Rahmen der Begehung werden folgende Pegel abgelesen: L10/13, 27a, L9/07, 41, L8/07, 50, L7/97, 87, L7/97, 87, L6/07, 61, 71, 89, L3/07, L3/09, 99, 101, 98, 73, 79, 72. Neubohrung der Pegel 71, 72, 79, 98, 101 und L3/09.

Aktuelle Situation:

Seit der letzten Begehung am 07. und 08. 07. sind die Flächen mit Winterschnee stark zurückgegangen. Die Eisablation an der unteren Zunge in dieser Zeit beträgt etwas mehr als einen Meter. Zustand der Station Hintereis ist gut, etwas Wasser am Boden -> übliches Problem. Noch ein paar Packungen Fertiggessen für den Notfall vorhanden. Rest aufgegessen. Bohrer wurde mit vier Gaskartuschen (1 voll, 2 halb, 1 leer) am Hospiz deponiert. Nur noch wenige Pegelstangen am Gletscher vorhanden, an der Station Hintereis noch genügend.

Witterung: Am 21.07. sehr heiß und beständig, kaum Konvektion, wenig Wind, trocken. Am 22.07. feuchter und bald stärkere konvektive Bewölkung. Ab dem Mittag Schauer. Nullgradgrenze an beiden Tagen weit jenseits von 4000 m.



Abbildung 28: Der HEF am Abend des 21.07.2015 gesehen von der Station Hintereis. Foto: F. Maussion.

D.2.5 Feldkampagne 04.08. bis 07.08.2015

Ziel der Feldkampagne:

- Ablesung der Totalisatoren in Vent und im Rofental (Regenmesserrunde August)
- Kontrolle und Wartung des bestehenden Messnetzes am Hintereisferner
- Bohren von Ablationspegeln in den höheren Regionen am Hintereisferner
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse am und um das Untersuchungsgebiet

Teilnehmer:

- Stephan Galos, Matthias Dusch - ACINN
- Hannah Prantl - IGI

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

4. August: Anfahrt von Innsbruck nach Vent und nach der Ablesung des dortigen Totalisators Aufstieg von Rofen über die Plattei zur Vernagtbrücke und Ablesung des dortigen Totalisators. Weiter zum Totalisator „Proviantdepot“ und nach dessen Ablesung hinunter zum Hochhochhospiz wo der Dampfbohrer deponiert ist. Nach einer kleinen Stärkung bei Thomas weiter zur Zunge des Hintereisferners, wobei am Weg noch der Totalisator „Hochjochhospiz“ abgelesen wird. Der Dampfbohrer wird an der Gletscherzunge nahe L10 deponiert. Weiterer Aufstieg zur Station Hintereis wo mit Erreichen der Station ein heftiger Regenschauer beginnt. Abendessen und Übernachtung.

5. August: Nach ausgiebigem Frühstück auf der Station Abstieg zur untersten Zunge wo Hannah und Matthias Pegel L10 nachbohren, während Stephan sich mit zwei Vertretern des Physikzentrum-RWTH Aachen trifft um Abklärungen für eine Feldkampagne zu treffen. Aufstieg mit den Physikern aus Aachen bis etwa Pegel L7 wo diese gute Voraussetzungen für die geplanten Experimente finden. Während die Aachener den Abstieg antreten, werden von der Innsbrucker Truppe alle Pegel unterhalb Pegel 101 abgelesen und die Pegel 51, L6, 89 und 94 nachgebohrt. Etwa 250 m südsüdöstlich Pegel L5 wird ein neuer Pegel (102) installiert. Danach Abschluss der Arbeiten und Aufstieg zur Station Hintereis. Etwa 200 m westlich der Station bietet ein kleines Rinnsal die Möglichkeit die Wasserkanister auf der Station mit Hilfe eines Plastikschlauches aufzufüllen. Abendessen und Übernachtung auf der Station Hintereis.

6. August: Abstieg von der Station Hintereis zum Gletscher, welcher nördlich von Pegel 98 erreicht wird. Bohrung eines neuen Pegels (103) zwischen Pegel 94 und TE_Bambus. Danach Aufstieg zu TE_Bambus, welcher genau an der Altschneegrenze 2015 steht. Nach der Ablesung des Pegels weiterer Aufstieg in Richtung des Firnbeckens um Schacht „Weißkugeljoch“. Etwa auf halbem Weg wird in einer etwas steileren, aperen Zone Pegel 104 gesetzt. Nach weiterem Aufstieg folgen die Pegel 105, 106 und 107 in den steileren Zonen oberhalb des Firnbeckens um Schacht

„Weißkugeljoch“. Zwei weitere Pegel werden in der Südflanke der Langtaufererspitze gebohrt: 108 auf etwa 3430 m, 109 auf ca. 3125 m. Ablesung des Pegels 101 und Aufstieg zur Station Hintereis. Abendessen und Übernachtung.

7. August: Nach der Reinigung der Station Abstieg bis zur automatischen Wetterstation unterhalb Pegel L6. Auslesen der Daten durch Wechsel der Speicherkarte. Heruntersetzen des Ultraschallsensors aus einer Höhe von 2,45m auf etwa 0,65 m. Abtrennen von zwei Segmenten. Ein Eishügel im Schatten der Loggerbox wird so gut es geht weggepickelt und das helle Eis darunter mit etwas Abflusssediment bestreut um eine rasche Neubildung des Hügels zu verhindern.

Weiter zu Pegel 51 bei dem rund 30 Pegelstangen deponiert worden waren. Aufnahme der Pegelstangen und Aufstieg zum LJF wo nach Ablesung der zwei bestehenden Pegel aus dem Jahre 2013 fünf weitere Pegel bis in eine Höhe von etwa 3170 m installiert werden. Ein weiterer provisorischer Pegel wird im Firnbecken nahe des Winterschachtes „LJF“, direkt an der Altschneegrenze 2015, installiert. Nach Beendigung der Bohrarbeiten Abstieg zum Hochjochhospiz. Dort Deponierung des Dampfbohrers und kurze Kaffeepause. Danach Abstieg nach Rofen und Abendessen in Vent.

Im Laufe der viertägigen Feldkampagne wurden die Totalisatoren *Vent*, *Vernagtbrücke*, *Proviandepot*, *Hochjochhospiz*, und *Station Hintereis* abgelesen. Es wurden fünf bestehende Pegel nachgebohrt und insgesamt dreizehn neue Pegel installiert. Elf davon im bisher deutlich unterrepräsentierten Bereich zwischen 3000 und 3450 m. Am Langtaufererjochferner, der bis 2013 überhaupt keine Ablationspegel aufwies, stehen nach der aktuellen Feldkampagne nun sieben Pegel. Die Automatische Wetterstation an der Zunge wurde gewartet, die Daten ausgelesen und die Beschaffenheit der Station und ihrer Umgebung dokumentiert. Auf der Station Hintereis wurden die heraufgeflogenen vollen Gasflaschen aufgeräumt und kleinere Wartungsarbeiten durchgeführt. Die aktuellen Verhältnisse im und um das Untersuchungsgebiet wurden ausführlich durch Fotos dokumentiert.

Am 7. August wurden außerdem durch Georg Kaser die Regenmesser Latschbloder und Rofenberg abgelesen. Der Aufstieg erfolgte dabei vom Schnalstal über die Schöne Aussicht. Abstieg wie Aufstieg.

Aktuelle Situation:

Aufgrund der extremen Hitze seit Ende Juni ist der Gletscher trotz der relativ großen Mengen an Winterschnee bereits bis auf eine Höhe von etwa 3050 m schneefrei. Auch über dieser Höhe sind größere Flächen frei vom Schnee aus dem Winter 2014/15, allerdings besteht die Oberfläche oft aus Firn der Haushaltsjahre 2013/14 und 2012/13, welcher sich aufgrund mehrerer Saharastaubeinträge in diesen Jahren farblich deutlich vom Winterschnee des aktuellen Haushaltsjahres abhebt. Insgesamt sind die Flächen mit Winterschnee 2014/15 bereits merklich kleiner als die Akkumulationsfläche 2012/13. Im Hinblick auf das vorhergesagte Andauern der Hitzewelle kann nach zwei etwas weniger ungünstigen Gletscherjahren wieder mit einer mittleren spezifischen Massenbilanz von weit unter -1000 kg/m^2 gerechnet werden.

Witterung:

Die ganze Periode hindurch freundliches und außergewöhnlich warmes Wetter. Temperatur auf 3000 m Höhe zwischen 10° C am 4. August und 13°C oder gar 14°C am 7. August. Am Nachmittag jeweils Zunahme der konvektiven Bewölkung, was vor allem am 4. August, aber auch am 7. August zu Gewittern mit mäßigen (4.8.) bzw. leichten (7.8.) Niederschlägen im Bereich Hintereisferner führte. Die Gletscherabflüsse waren deutlich angeschwollen und stark getrübt. An einigen Stellen war die außergewöhnliche Menge des Abflusses durch das Übertreten der Gerinne offensichtlich.



Abbildung 29: Blick von der Region um Pegel TE12 auf die Gletscherhänge unter Weißkugeljoch und Langtaufererspitze. Foto: S. Galos, 06.08.2015.



Abbildung 30: Blick von den Hängen unterhalb der Langtaufererspitze auf Teufelsegg und Steinschlagjoch. Foto: S. Galos, 06.08.2015.

D.2.6 Feldkampagne 08. bis 10.09.2015

Ziel der Feldkampagne:

- Kontrolle und Wartung des bestehenden Messnetzes am Hintereisferner
- Nachbohren von Ablationspegeln
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse am und um das Untersuchungsgebiet

Teilnehmer:

- Stephan Galos – Institut für Klima und Kryosphärenwissenschaften, Universität Innsbruck
- Federico Covi – Institut für Klima und Kryosphärenwissenschaften, Universität Innsbruck
- Wolfgang Gurgiser – Institut für Klima und Kryosphärenwissenschaften, Universität Innsbruck

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

8 September

Anfahrt von Innsbruck in zwei Autos nach Rofen. Kurzer Morgenkaffe im Gasthaus Rofenhof. Kurz nach 08:00 Uhr Beginn des Aufstiegs zum Hochjochospiz. Nach einer kurzen Pause bei Kaffee und Kuchen Aufnahme des Materials (Bohrer, Seil, etc) aus dem Materialdepot und weiterer Aufstieg zur Zunge des Hintereisferners. Auf Höhe der automatischen Wetterstation deponieren wir am orographisch linken Gletscherrand einen Teil der Ausrüstung. Danach Aufstieg zum Langtaufererjochferner wo die Pegel 201 und 202 neu gebohrt, und alle anderen Pegel aufgesucht und abgelesen werden. Danach Abstieg zum Materialdepot. W. Gurgiser tritt von dort wie geplant den Abstieg nach Rofen an, während S. Galos und F. Covi weiter zur Station Hintereis aufsteigen welche gegen 18:20 erreicht wird. Übernachtung.

9. September:

Morgentlicher Aufstieg von der Station Hintereis in den oberen Teil des Hintereisferners wo die im August gebohrten Pegel abgelesen werden. Erst auf Stationshöhe nach Westen querend zu Pegel 109. Dann werden in genannter Reihenfolge die Pegel 108, 107, 106, 105 und 104 aufgesucht und abgelesen. Dabei zeigt sich der klare Vorteil von alpinistisch qualifiziertem Personal. In weiterer Folge Abstieg zum Materialdepot des Vortages wo aus Gewichtsgründen der Dampfbohrer zurückgelassen wurde. Während des Abstieges werden noch weitere Pegel abgelesen (TE_Bambus, TE_12, 103, 94, 95, L4, 102, L6, 51). Nach der Aufnahme des Dampfbohrers wird der Ultraschallsensor (SR50a) an der automatischen Wetterstation neu eingebohrt. Bohrtiefe ca. 3,9 m; verwendete Segmente: 2 x 5). Die geringe Bohrtiefe ergibt sich aus der Tatsache, dass am aktuellen Standort der automatischen Wetterstation kein Handynetz verfügbar ist. Deswegen soll die Station zu Beginn der nächsten Ablationssaison umgestellt werden. In der Nähe von Pegel L6 wäre beispielsweise Österreichisches

Handynetz verfügbar. Die Station ist sonst in gutem Zustand. Es werden keine Daten gesichert, es ist aber die Ultraschallmessung deutlich zu hören was auf ein Funktionieren der Messungen hindeutet. Nach Beendigung der Arbeiten an der AWS, werden die Pegel 61, L5 und 97 neu eingebohrt. Die Positionen von Pegel 61 und 97 werden etwas verändert (siehe Pegelprotokoll). Außerdem wird Pegel 71 abgelesen. Aufstieg zur Station Hintereis welche gegen 19:10 erreicht wird. Übernachtung.

10. September:

Nach dem Reinigen der Station wird diese gegen 08:30 verlassen. Abstieg zum Gletscher und Ablesen der Pegel 101, 98, L3, 73, 89, 79, 88 und 72 bevor Pegel 69 und 64 nach Ablesung an leicht veränderten Standorten neu gebohrt werden. Weiterer Abstieg zu Pegel 50 der ebenfalls neu gebohrt wird. Vorher werden noch die Pegel 87 und L7 abgelesen. Während des Abstieges zu L9 werden die Pegel L8, 38 und 41 abgelesen. Beim Nachbohren von Pegel L9 stellen wir fest, dass unser Gasvorrat aufgebraucht ist. Eine halbvolle Kartusche die im August beim Ausstieg vom Gletscher deponiert wurde rettet noch zumindest eine provisorische Neubohrung der Pegel L9 und 27a (beide Pegel werden aus Zeitmangel nur etwa 6 m tief gebohrt. Es folgt die Ablesung von Pegel L10 und der Abstieg zum Hochjochhospiz wo wieder der Dampfbohrer und diverse weitere Ausrüstung deponiert werden. Nach einer Kaffeepause und einem kurzen Plausch mit der Hüttencrew Abstieg nach Rofen. Vor der Heimfahrt folgt noch die Ablesung des Totalisators in Vent, sowie ein Check der alten AWS in Vent. Rückfahrt nach Innsbruck.

Aktuelle Situation:

Die Gletscher des Rofentales präsentieren sich leicht angezuckert von den Schneefällen des vergangenen Wochenendes. Wirklich ergiebig waren diese Niederschläge am Hauptkamm allerdings nicht, somit erreichen die Schneehöhen auch in den höchsten Regionen nur selten 10 cm oder mehr. Die Zunge des Hintereisferners ist in ihren unteren Bereichen (etwa unterhalb Pegel L7) komplett schneefrei. In den gut 30 Tagen seit der letzten Begehung Anfang August, waren noch große Ablationsbeträge zu verzeichnen. An der untersten Zunge sind dies über 2 m an Eisschmelze, aber auch auf einer Höhe von 3000 m und deutlich darüber sind an den Pegeln Eisablationsbeträge von 1,3 bis 1,5 m seit der Augustbegehung zu verzeichnen. Die Flächen mit Schnee aus dem vergangenen Winter haben sich stark verkleinert, auch wenn diese unter der dünnen Neuschneedecke nicht sichtbar sind. Auch der Firnkörper aus den beiden Vorjahren ist weitgehend abgeschmolzen was auf sehr große Massenverluste auch in den höchsten Regionen des Gletschers hindeutet. Insgesamt erreicht die Ausaperungssituation aber wohl nicht ganz die Ausmaße des Sommers 2003 vergleichbar sein.

Während der dreitägigen Begehung hält sich die oberflächliche Schmelze in Grenzen. Die Abflüsse von Vernagt- und Kesselwandferner sind kaum getrübt und die immer trübe oberste Rofenache führt nur einen Bruchteil der Abflussmenge wie sie im Hochsommer zu beobachten war.

Witterung:

Am 08. September den ganzen Tag sonnig und nur gering bewölkt, angenehmer Septembertag mit wenig Wind. Am 09. September etwas mehr Wolken und kühler Wind aus Nordwest, am Vormittag eher freundlich und meist sonnig, Wolken nur immer wieder um die höchsten Gipfel. Am Nachmittag stärker bewölkt, später bedeckt und am Abend Schneeschauer mit etwa 2 cm Neuschnee an der Station Hintereis. Am 10. September ähnlicher Wetterverlauf wie am Vortag, am späten Nachmittag beim Abstieg zum Hochjochospiz kräftiger Schneeschauer am Gletscher, weiter talaus ebenfalls Niederschlag, Schneefallgrenze ca. 2400 m. Nullgradgrenze an allen Tagen um 3000 m. Morgentemperaturen an der Station Hintereis zwischen -3°C und -4°C .



Abbildung 31: F. Covi und W. Gurgiser (roter Kreis) am Weg zu Pegel 206 am LJF. Foto: S. Galos.



Abbildung 32: Breakfast for Champions auf der Station Hintereis. Foto: S. Galos.



Abbildung 33: F. Covi beim Ablesen von Pegel 105 am 09.09.2015. Foto: S. Galos.



Abbildung 34: Abendstimmung am 09.09.2015 kurz vor einem heftigen Schneeschauer. Foto: S. Galos.

D.2.7 Feldkampagne 05.10.2015

Ziel der Feldkampagne: (Abschlussbegehung für den unteren Teil der Zunge und den LJF)

- Ablesung aller Ablationspegel an der Zunge des HEF bis zur AWS-Eis (ca. 2700 m) und aller Pegel am LJF, sowie Messung der Rücklagen am LJF in einem Schneeschacht.
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet.

Teilnehmer:

- Stephan Galos, Federico Covi – ACINN

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

Morgentliche Anfahrt von Innsbruck nach Rofen. Von dort erst mit dem Mountainbike und später zu Fuß zum bereits geschlossenen Hochjochhospiz und nach einer kleinen Pause weiter zum schneebedeckten Hintereisferner. Beim Aufstieg Ablesung der Pegel auf der orogr. linken Gletscherhälfte, Auslesen der Daten an der AWS-Eis und weiterer Aufstieg zum LJF wo alle Pegel gefunden und abgelesen werden können. Auf ca. 3165 m wird ein Schacht zur Bestimmung der verbleibenden Rücklagen aus dem Winter 2014/15 angelegt (siehe Dokumentation der Schächte in Kapitel D.2.8). Ein Dichteabstich kann aufgrund von Zeitmangel aber nicht durchgeführt werden. Abstieg zum HEF und Ablesen der Pegel im rechten Teil der Zunge. Abstieg zum Hochjochhospiz, wobei noch der gleichnamige Totalisator abgelesen wird. Weiterer Abstieg nach Rofen.

Aktuelle Situation:

Nach den Schneefällen vom 23. September und vom 4. Oktober sind die Gletscher im Rofental schneebedeckt, auch wenn an der untersten Zunge des HEF nur etwa 2-3 cm Neuschnee vom Vortag liegen. In den höhergelegenen Becken des LJF erreichen die Schneehöhen bereits bis über 60 cm, was das Spuren ohne Schi teilweise schon recht anstrengend macht. An der Wetterstation an der Zunge des HEF, ca. 15 – 20 cm Schnee.

Wunderbarer Herbsttag, morgens nur leichte hohe Bewölkung und bald sonnig. Im Tagesverlauf zunehmende Cirrusbewölkung, die den freundlichen Gesamteindruck aber nie stört. Temperaturen der Jahreszeit entsprechend, immer wieder leichter bis mäßiger Wind aus Südwest bis West.



Abbildung 35: F. Covi im Aufstieg zum LJF am 05.10.2015. Foto: S. Galos.

D.2.8 Feldkampagne 09. und 10.10.2015

Ziel der Feldkampagne: (Abschlussbegehung für den oberen Gletscherteil)

- Ablesen aller verbleibenden Ablationspegel am HEF
- Anlegen von Schneeschächten zur Bestimmung der Rücklagen
- Erhebung der notwendigen Daten für die Erstellung der Jahresbilanz am HEF

Teilnehmer:

- Stephan Galos, Federico Covi, Daniel Thorlaksson – ACINN
- Franz Grüsser - IGI

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

Am 09.10. Anfahrt früh morgens von Innsbruck nach Kurzras im Schnalstal. Auffahrt mit der Gletscherseilbahn und Abfahrt über die Pisten am Hochjochferner zur Talstation des Sesselliftes ins Hintere Eis. Dieser wird nach Absprache mit der Betriebsleitung durch G. Kaser extra für uns in Betrieb genommen, wodurch eine Durchführung der Abschlussbegehung mit Schi rentabel wird. Von der Bergstation des Sesselliftes problemlos weiterer Aufstieg mit den Tourenski zum Hinteren Eis und spitzenmäßige Abfahrt hinunter auf den Hauptgletscher. Aufteilung in zwei Gruppen: F. Covi und Franz Grüsser lesen die Pegel im mittleren Zungenbereich bis hinunter zur Wetterstation ab, während S. Galos und D. Thorlaksson weiter in Richtung Steinschlagjoch aufsteigen und die auf dem Weg liegenden Pegel ablesen. Am Steinschlagjoch und am Hintereisjoch werden Schneeschächte angelegt. Abfahrt über den Gletscher und bis an den Fuß des Hanges zur Station Hintereis und Aufstieg zur Station wo sich die Teams wieder treffen. Abendessen und Übernachtung.

Am 10.10. nach der Reinigung der Station Fortsetzung der Arbeiten. Team Covi/Grüsser führt die verbleibenden Pegelablesungen durch und steigt somit bis unter den Gipfel der Langtaufererspitze auf, während Team Galos/Thorlaksson die restlichen Schneeschächte anlegt und die Pegel die am Weg liegen abliest. Es werden noch die Schächte WKJ und SST angelegt. Bei letzterem Schacht treffen die Teams wieder zusammen und nach einer gemeinsamen Jause setzt Team Covi/Grüsser die Abfahrt zu einem weiteren Schneemesspunkt (B1) fort um dort mit dem Aushub eines weiteren Schachtes zu beginnen. Abermals Wiedervereinigung der Teams, Erstellung des Dichteprofiles und gemeinsamer Wiederaufstieg zum Teufelsegg. Von dort Abstieg ins Tal und Rückfahrt nach Innsbruck. Davor aber noch gemeinsames Pizzaessen mit G. Kaser und feiern des Jahresabschlusses im Goldenen Kreuz in Unserfrau.

Aktuelle Situation:

Die Gletscher der Region sind der Jahreszeit entsprechend bereits mit Schnee bedeckt. Die Schneehöhen reichen von wenigen Zentimetern in den untersten Gletscherbereichen des HEF bis über 60 cm in höhergelegenen Mulden in denen auch schon Schnee aus dem Spätsommer überdauern konnte. Trotz der Schneeauflage sind die Spuren (offene Spalten und große

Abflusskanäle) die der extreme Sommer auf dem Gletscher hinterlassen hat deutlich sichtbar. Witterung: Am 09.10. sehr freundlich. Im Tal Hochnebel, darüber sonnig und nur gering bewölkt, wenig Wind. Am 10.10. erst sonnig, im Tagesverlauf Bewölkungszunahme und am späten Mittag ganz leichter Schneefall. Trotzdem brauchbare Sicht und insgesamt gutes Arbeitswetter. An beiden Tagen der Jahreszeit entsprechende, angenehme Temperaturen, wenig Wind.



Abbildung 36: D. Thorlaksson oberhalb der Bergstation des Sesselliftes Hinteres Eis. Foto: S. Galos.



Abbildung 37: Blick auf die oberen Regionen des HEF und die Weißkugel. Foto: S. Galos, 09.10.2015.



Abbildung 38: Die Schächte am Steinschlagjoch (SSJ, links) und Hintereisjoch (HEJ, rechts) vom 09.10.2015. Foto: S. Galos.



Abbildung 39: Blick von Schacht HEJ auf Hintere Schwärze und Finailspitze. Nordseitige Hänge über 3000 m sind bereits recht gut eingeschneit. Foto: S. Galos.

Schacht Steinschlagjoch						
Schacht: SSJ	H = 168 cm	X: 632733	Y: 5183081	Alt: 3233 m	Date:	09.10.2015
Stephan Galos, Daniel Thorlaksson					Time:	15:00 MESZ
Durchmesser Rohr [cm]	5,64	Länge [cm]	21,1			
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	21,1	660	545	0,115	218	46
2	24,1	702	545	0,157	261	63
3	14,4	758	545	0,213	592	85
4	21,5	868	545	0,323	601	129
5	21,1	853	545	0,308	584	123
6	21,1	848	545	0,303	575	121
7	21,1	844	545	0,299	567	120
8	19,6	801	545	0,256	523	102
Gesamt:	164,0	6334	4360	1,974	482	790
				Korrektur Abstichfehler:	19	kg/m ²
NS 13/14: 7 cm	rho = 250			Korrektur Schnee 2013/14:	96	kg/m ²
SS 13/14: 17 cm	rho = 460			Korrektur Schnee 2015/16:	28	kg/m ²
S 15/16: 14 cm	rho = 200			Bilanz 2014/15:	686	kg/m²

Schacht: HEJ						
Schacht: HEJ	H = 212 cm	X: 632381	Y: 5183511	Alt: 3322 m	Date:	09.10.2015
Stephan Galos, Daniel Thorlaksson					Time:	17:45 MESZ
Durchmesser Rohr [cm]	5,64	Länge [cm]	21,1			
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	21,1	659	545	0,114	216	46
2	21,1	737	545	0,192	364	77
3	21,1	745	545	0,200	379	80
4	21,1	800	545	0,255	484	102
5	20,8	832	545	0,287	552	115
6	21,4	850	545	0,305	570	122
7	21,1	835	545	0,290	550	116
8	21,1	835	545	0,290	550	116
9	21,1	800	545	0,255	484	102
10	19,1	776	545	0,231	484	92
Gesamt:	209,0	7869	5450	2,419	463	968
				Korrektur Abstichfehler:	14	kg/m ²
NS14: 9 cm	rho = 250			Korrektur Schnee 2013/14:	225	kg/m ²
SS14: 44 cm	rho = 460			Korrektur Schnee 2015/16:	34	kg/m ²
S 15/16: 17 cm	rho = 200			Bilanz 2014/15:	723	kg/m²

Schacht Schimpstollen						
Schacht: SST	H = 174 cm	X: 632520	Y: 5184015	Alt: 3266	Date:	10.10.2015
Stephan Galos, Daniel Thorlaksson					Time:	12:30 MESZ
Durchmesser Rohr [cm]	5,64	Länge [cm]	21,1			
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	21,1	697	548	0,149	283	60
2	21,1	755	548	0,207	393	83
3	21,1	767	548	0,219	415	88
4	21,1	828	548	0,280	531	112
5	21,1	848	548	0,300	569	120
6	21,1	842	548	0,294	558	118
7	21,1	825	548	0,277	525	111
8	19,1	828	548	0,253	531	101
Gesamt:	166,8	6390	4384	1,979	475	792
Korrektur Abstichfehler:					34	kg/m ²
NS14: 8 cm	rho = 250	Korrektur Schnee 2013/14:			167	kg/m ²
SS14: 32 cm	rho = 460	Korrektur Schnee 2015/16:			35	kg/m ²
S 15/16: 15 cm	rho = 230	Bilanz 2014/15:			625	kg/m²

Schacht B1						
Schacht: B1	H = 124 cm	X: 632955	Y: 5183449	Alt: 3120	Date:	10.10.2015
Stephan Galos, Daniel Thorlaksson					Time:	13:45 MESZ
Durchmesser Rohr [cm]	5,64	Länge [cm]	21,1			
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	21,1	684	548	0,136	258	54
2	21,1	730	548	0,182	345	73
3	21,1	795	548	0,247	469	99
4	21,1	855	548	0,307	582	123
5	21,1	838	548	0,290	550	116
6	14,8	740	548	0,192	519	77
Gesamt:	120,3	4642	3288	1,354	451	542
Korrektur Abstichfehler:					17	kg/m ²
NS14: 5 cm	rho = 250	Korrektur Schnee 2013/14:			45	kg/m ²
SS14: 7 cm	rho = 460	Korrektur Schnee 2015/16:			32	kg/m ²
S 15/16: 14 cm	rho = 230	Bilanz 2014/15:			482	kg/m²

Ausserdem: zwei Schächte ohne Dichteabstich						
Schacht Weißkugeljoch (etwas westlich von traditioneller Schachtposition!)						
Schacht: WKJ	H = 80 cm	X: 632910	Y: 5184062	Alt: 3155	Date:	10.10.2015
Stephan Galos, Daniel Thorlaksson					Time:	10:45 MESZ
Abstich	Höhe [cm]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]	Kommentar:		
NS Okt	16	230	37			
SS 14/15	38	380	144	Dichte aus anderen Schächten 2015		
Firn 14/15	26	550	143	Dichte aus anderen Schächten 2015		
Korr_S 13/14			45	5 cm a 250 kg/m ³ + 7 cm a 460 kg/m ³		
Massenbilanz 2014/15:			243			
NS14: 5 cm	rho = 250					
SS14: 7 cm	rho = 460					
S 15/16: 16 cm	rho = 230					
Schacht B22 (Langtaufererjochferner!)						
Schacht: B22	H = 140 cm	X: 633775	Y: 5185310	Alt: 3153	Date:	05.10.2015
Stephan Galos, Federico Covi					Time:	14:45 MESZ
Abstich	Höhe [cm]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]	Kommentar:		
NS Okt	7	200	14			
SS 14/15	60	380	228	Dichte aus anderen Schächten 2015		
Firn 14/15	73	550	402	Dichte aus anderen Schächten 2015		
Korr_S 13/14			103	14 cm a 250 kg/m ³ + 17 cm a 460 kg/m ³		
Massenbilanz 2014/15:			526			
NS14: 10 cm	rho = 250					
SS14: 17 cm	rho = 460					
S 15/16: 7 cm	rho = 200					

D.3 Dokumentation der Feldarbeiten am Kesselwandferner

D.3.1 Feldkampagne 09.07.2015

Ziel der Feldkampagne:

- Kontrolle des bestehenden Messnetzes
- Bohren von weiteren Ablationspegeln am Kesselwandferner
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse am und um das Untersuchungsgebiet
- Kursbetrieb: Schneedichtemessung und Übungen zur Spaltenbergung

Teilnehmer:

- Rainer Prinz, Stephan Galos – ACINN
- 16 Studenten der Lehrveranstaltung "Glaziologisches Geländepraktikum" des ACINN
- Lukas Fritz – staatlich geprüfter Berg- und Schiführer

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

Aufstieg am Morgen des 9. Juli vom Hochjochhospiz zum Kesselwandferner, ca. 1h 45min. Aufteilung in Gruppen. Während sich je eine Gruppe auf das Erlernen von Bergetechniken und das Erstellen von Schneedichteprofilen konzentriert, bohrt S. Galos mit M. Dusch und F. Leitner vier Ablationspegel. Dabei wird Pegel KWF06/14 an der gleichen Stelle durch Pegel KWF06/15 ersetzt, sowie die drei Pegel KWF07/15, KWF14/15 und KWF15/15 neu gebohrt. Nach der Installation des letzten Pegels werden noch sechs Pegelstangen aus Plastik im Depot abgelegt. Dort befindet sich jetzt eine Schneeschaufel, sechs Pegelstangen und Schlauch für etwa 15 Pegelverbinder. Abstieg wie Aufstieg, ca. 50 min bis zum Hochjochhospiz.

Situation:

Der Gletscher ist noch zum allergrößten Teil schneebedeckt, auch wenn die Schneedecke unterhalb 3100 m meist nur noch etwa 50 bis 60 cm beträgt. Bis jetzt sind nur die Pegel KWF1/14, KWF2/14, KWF3/14 und KWF4/14 schneefrei. Trotzdem hat die heiße Witterung seit Ende Juni doch bereits Spuren am Gletscher hinterlassen und der Grad der Schneebedeckung ist merklich geringer als zum selben Datum im Vorjahr. Eine Ablesung von Pegel KWF06/14 zeigt, dass nach der letztjährigen Abschlussbegehung in den ersten Oktoberwochen noch einige cm Eis abgeschmolzen sind.

Witterung:

Sonniger Tag, nur leicht bewölkt. Nach dem Durchgang einer Kaltfront am Vortag aber deutlich kühler als zuletzt. 0°-Grenze um 3000 m. Der anfänglich unangenehme Wind aus Nordwest legt sich später etwas. Deutlich geringere Oberflächenschmelze als an den Vortagen und entsprechend reduzierte Abflussmengen.



Abbildung 40: Die Zunge des KWF am 09.07.2015. Foto: S. Galos.



Abbildung 41: M. Dusch und F. Leitner beim Bohren von neuen Ablationspegeln am KWF. Foto: S. Galos.

Feldkampagne 12. und 13.08.2015

Ziel der Feldkampagne:

- Bohren von weiteren Ablationspegeln am Kesselwandferner
- Kontrolle und Ablesung des bestehenden Messnetzes
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse am und um das Untersuchungsgebiet

Teilnehmer:

- Stephan Galos - ACINN
- Hanna Prantl - IGI

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

Aufstieg am Morgen des 12. August von Rofen zum Hochjochhospiz und nach Aufnahme des Dampfbohrers und weiteren Materials weiter zum Kesselwandferner welcher gegen 13:00 Uhr erreicht wird. Kurzes Umpacken und kleine Pause. Aufstieg über Pegel 6 (Ablesung) zu Pegel 8 welcher abgelesen und ca. 120 m weiter nordöstlich neu gebohrt wird. Weiterer Aufstieg zu Pegel 9 und nach dessen Ablesung weiterer Aufstieg in Richtung Pegel 13. Auf etwa halbem Weg wird direkt an der Firngrenze 2014 ein weiterer Pegel (KWF11/15) installiert. Danach Neubohrung von Pegel 13. Diese gestaltet sich wegen einiger weit geöffneter Spalten ohne Steigeisen gar nicht so einfach.

Querung des Gletschers zum Kesselwandjoch und Aufstieg zum Brandenburger Haus, Übernachtung. Am Morgen des 13. August nach dem Frühstück Abstieg zum Gletscher der kurz nach 07:00 Uhr betreten wird. Aufstieg im Bereich des Weges zum Fluchtkogel wobei auch hierbei zwei neue Pegel (KWF18/15 und KWF19/15) gesetzt werden. Deponierung der Ausrüstung unter der Südwestflanke des Fluchtkogels und Aufstieg zum Gipfel von wo aus sich ein guter Überblick über die aktuelle Situation der umliegenden Gletscher ergibt. Nach kurzer Pause Abstieg vom Gipfel, Aufnahme der Ausrüstung und Abstieg im orographisch linken Gletscherbereich, wo auf ca. 3230 m ein weiterer Firnpegel (KWF17/15) gesetzt wird. Abstieg zu Pegel 12 und nach dessen Ablesung Wechsel in den Orographisch rechten Gletscherteil. Bohrung des neuen Pegels KWF16/15 auf ca. 3170 m. Abstieg zu Pegel 10 welcher neu gebohrt wird. Weiterer Abstieg und Ablesung der Pegel 7, 14, 15, 4, 5, und 3. Die Pegel 1 und 2 können trotz mehrfachen Versuchs das wilde Spaltengewirr an der Zunge zu überwinden, nicht erreicht und somit auch nicht abgelesen werden. Die Eisablation an Pegel 2 kann wenigstens grob abgeschätzt werden, da eine Annäherung auf Sichtweite möglich ist. Aufstieg zur Einmündung des Deloretweges, Sortieren des Materials, wobei 8 Holzpegelstangen und einiges an Schlauchverbindern im Materialdepot belassen werden. Bei den Pegeln 5 (3H, 2P) und 8 (4P) wurden weitere Pegelstangen deponiert.

Abstieg zum Hochjochhospiz, Deponierung des Bohrers und des 30 m Gletscherseils. Kurze Pause und weiterer Abstieg nach Rofen. Abendessen in Ötz und Heimfahrt.

Aktuelle Situation:

Die Gletscher des Rofentales präsentieren sich nahezu frei von Schnee aus dem vergangenen Winter. Firn aus den vergangenen beiden Jahren täuscht etwas über den schlechten Zustand der Gletscher in der Region hinweg. Auch am Kesselwandferner findet man nur noch in den Mulden der obersten Regionen oberhalb von etwa 3200 m nennenswerte Flächen mit Schnee aus dem Winter 2014/15. In den Mulden zwischen den Pegeln 13 und 12 reichen diese auch noch bis etwa 3160 m herab. Die Gipfelflanke des Fluchtkogels ist oberhalb von 3300 m gänzlich frei von Schnee. Teilweise sind die Firnreserven der beiden letzten Jahre schon stark abgeschmolzen. Ca. in der Mitte des Hanges durchzieht vom orographisch rechten Rand her bereits ein größeres Blankeisband die Gipfelflanke (siehe Abbildung 42).

Witterung:

An beiden Tagen sehr sonniges, heißes Hochsommerwetter. Im Tagesverlauf Bildung von Quellbewölkung welche sich in der verhältnismäßig trockenen Luft aber in Grenzen hält. In der Nacht vom 12. auf den 13. August deutliche Auskühlung der Gletscheroberfläche, welche sich von einem tiefen Sumpf am Abend zu einer gefrorenen Oberfläche mit tragfähigem Deckel (zumindest ab 3200 m) am Morgen wandelt. Auch die Schmelzwassertümpel am Einstieg zum Gletscher sind zugefroren. Untertags an beiden Arbeitstagen starkes Schmelzen, viel Oberflächenabfluss, stark angeschwollene und getrübbte Abflüsse im Rofental, ähnlich wie in der vergangenen Woche. Lufttemperatur auf 3000 m an beiden Tagen um 10°C. Sieben Uhr Temperatur am 13.08. am Brandenburger Haus 2°C. Nullgradgrenze auf ca. 4300 m.



Abbildung 42: Der obere Bereich des KWF am Abend des 12.08.2015. Die Rücklagen aus dem Winter 2014/15 beschränken sich auf die höchstgelegenen Becken des Gletschers. Die Gipfelflanke des Fluchtkogels ist längst schneefrei und auch die Firnrücklagen der Jahre 2013 und 2014 sind bereits zu einem größeren Teil abgeschmolzen. Foto: S. Galos.



Abbildung 43: Hannah Prantl schleppt den Dampfbohrer über den großteils schneefreien Kesselwandferner. Foto: S. Galos, 12.08.2015.



Abbildung 44: Blick vom Fluchtkogel auf den oberen Teil des KWF, Teile des Gepatschferners, sowie die umliegenden Gipfel. Foto: S. Galos, 13.08.2015.

D.3.2 Feldkampagne 24. und 25.09.2015

Ziel der Feldkampagne:

- Abschlussbegehung zur Erstellung der Jahresbilanz 2014/15
- Kontrolle und Wartung des bestehenden Messnetzes am Kesselwandferner
- Dokumentation der aktuellen Verhältnisse am und um das Untersuchungsgebiet

Teilnehmer:

- Stephan Galos, Fabien Maussion, Federico Covi – ACINN

Ablauf und ausgeführte Arbeiten:

Am 24. September Anfahrt von Innsbruck (Galos/Covi) bzw. Garmisch (Maussion) nach Ötztal und gemeinsame Weiterfahrt in einem Auto nach Rofen, wo uns bereits etwa 10 cm Schnee vom Vortag erwarten. Ausstieg über den verschneiten aber gespurten Weg zum Hochjochhospiz und nach einem schnellen Kaffee bei Thomas Weitermarsch zum Kesselwandferner. Aufgrund der Schneemengen von 25 bis 30 cm, am Weg unter Windeinfluss oft 50 cm und mehr, ist der Aufstieg zeitraubend und anstrengend. Bereits beim Aufstieg kaum Sicht wegen dichten Nebels. F. Covi bekommt die Anstrengung nicht besonders und muss vom Einstieg zum Gletscher wieder alleine zur Hütte absteigen. S. Galos und F. Maussion drehen derweil eine Runde am Gletscher und lesen zumindest die Pegel 6, 8, 9, 11, und 7 ab. Pegel 4 wird aufgesucht, kann aber wegen rund 30 cm Schnee nicht gefunden werden. Abstieg zum Hochjochhospiz. Übernachtung.

Am Morgen des 25. September bleibt F. Covi wegen anhaltendem Unwohlsein auf der Hütte, liest später den Totalisator beim Hospiz ab und steigt danach nach Vent ab. S. Galos und F. Maussion steigen bei weit besserem Wetter über den nun bereits gespurten Weg vom Hochjochhospiz zum Kesselwandferner, lesen dort die restlichen Pegel ab und legen im oberen Teil drei Schneeschächte zur Quantifizierung der Rücklagen am Gletscher an. Die Fortbewegung ist bei etwa 30 cm Neuschnee recht anstrengend, aber das sonnige Wetter erleichtert das Arbeiten wesentlich. So können alle zugänglichen Pegel (auch Pegel 4) außer Pegel 3 aufgefunden werden. Pegel 1 und 2 können wegen unüberwindbaren Spalten nicht aufgesucht werden.

Aktuelle Situation und Witterung:

Das Rofental präsentiert sich nach dem ergiebigen Schneefall vom 23. September schneebedeckt. Selbst in Vent liegen am 24. 09. etwa 5 bis 7 cm Schnee. Bis zum Abend des 25.09. schmilzt der Schnee außerhalb der vergletscherten Flächen teilweise wieder ab und so ist beim Abstieg unterhalb des Hochjochhospizes nur noch wenig Schnee vorhanden. Am 24. September kalt, windig, schlechte Sicht und am Gletscher schwierige Orientierung. Am 25.09. milder, den ganzen Tag sonnig und nur kurzzeitig ein paar tiefe Wolken die Teile der umliegenden Gipfel verhüllen. Teilweise mäßiger Wind aus Nordwest. Durch den Neuschnee gefährliche Verhältnisse in den spaltigen Gebieten.



Abbildung 45: Suboptimale Verhältnisse am Hochjochospiz am 24.09.2015. Foto: S. Galos.



Abbildung 46: Weißkugel und Langtauferspitze im ersten Schnee. Foto: S. Galos, 25.09.2015.



Abbildung 47: S. Galos beim Ablesen von Pegel KWF13 am 25.09.2015. Foto: F. Maussion.



Abbildung 48: Schacht SS1/15. Foto: S.Galos.



Abbildung 49: Blick vom oberen Teil des KWF auf die Hintereisspitzen. Foto: S.Galos.

Schacht SS1						
Schacht: SS1		X: 635987	Y: 5190290	Alt: 3287	Date:	25.09.2015
Stephan Galos, Fabien Maussion				Time:	12:30 MESZ	
Durchmesser Rohr [cm]	5,64	Länge [cm]	21,1			
Abstich	Füllhöhe [cm]	Masse [g]	Tara [g]	korrigierte Masse [kg]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]
1	13,0	614	545	0,069	212	28
2	21,1	718	545	0,173	328	69
3	10,9	634	545	0,089	327	36
4	4,0	630	545	0,085	851	34
5	21,6	820	545	0,275	510	110
6	21,1	790	545	0,245	465	98
7	21,1	800	545	0,255	484	102
Firn 2015	67,8		2180	0,860	508	344
Gesamt:	112,8	5006	3815	1,191	423	477
Firn 2014	20,1	820	545	0,275	548	110
NS14: 15 cm	rho = 270	Korrektur Schnee 2013/14:		207 kg/m ²		
SS14: 37 cm	rho = 450	Bilanz 2014/15:		270 kg/m²		
	rekonstruiert aus 2 horizontalen Abstichen zur Auflösung der Schneedichte einzelner Schichten					
Firn 2015	Mittelwert aus 2 Abstichen an Oberfläche Firn 2015, weitere Abstiche aus Zeitmangel nicht durchgeführt					
Firn 2014	Aus Messungen 2014					
Ausserdem: zwei Schächte ohne Dichteabstich						
Schacht SS2						
Schacht: SS2	H = 110 cm	X: 635817	Y: 5189990	Alt: 3266	Date:	25.09.2015
Stephan Galos, Fabien Maussion				Time:	13:10 MESZ	
Schicht	Höhe [cm]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]	Kommentar:		
NS 23.09.	32	220	70	Dichte aus Schacht SS1 + Höhengradient		
S_Herbst	16	330	53	Dichte aus Schacht SS1		
Firn 14/15	87	510	444	Dichte aus Schacht SS1		
Korr_S 13/14			149			
Massenbilanz 2014/15:			418	kg/m²		
NS14: 10 cm	rho = 270					
SS14: 27 cm	rho = 450					
Schacht SS3						
Schacht: WK1	H = cm	X: 635873	Y: 5189850	Alt: 3254	Date:	25.09.2015
Stephan Galos, Fabien Maussion				Time:	13:50 MESZ	
Abstich	Höhe [cm]	Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]	Kommentar:		
NS 23.09.	29	225	65	Dichte aus Schacht SS1 + Höhengradient		
S_Herbst	14	330	46	Dichte aus Schacht SS1		
Firn 14/15	22	510	112	Dichte aus Schacht SS1		
Korr_S 13/14			145			
Massenbilanz 2014/15:			79	kg/m²		
NS14: 12 cm	rho = 270					
SS14: 25 cm	rho = 450					

D.4 Dokumentation sonstiger Feldarbeiten in Vent und im Rofental

D.4.1 Ablesungen des Regenmessers und Kontrollen der Wetterstation in Vent

Der Totalisator in Vent wurde zu mehreren Terminen im Haushaltsjahr abgelesen. Dabei erfolgte standardmäßig auch eine Kontrolle der Wetterstation in Vent. Diesbezüglich gab es im Haushaltsjahr 2014/15 keine besonderen Vorkommnisse oder Probleme. Tabelle 11 zeigt die Daten der Tage an denen Ablesungen und Kontrollen am Totalisator und der Station in Vent durchgeführt wurden.

Tabelle 11: Die Daten der durchgeführten Ablesungen / Wartungen an Totalisator und Wetterstation in Vent.

Datum	Ausgeführte Arbeit
31.10.2014	Ablesung + Neubeschickung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
04.12.2014	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
03.01.2015	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
30.01.2015	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
27.02.2015	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
10.04.2015	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
02.06.2015	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
04.07.2015	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
04.08.2015	Ablesung + Teilentleerung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
10.09.2015	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS
05.10.2015	Ablesung Totalisator, Wartung/Kontrolle AWS

D.4.2 Regenmesser im Rofental

Zur Ablesung und Wartung der sechs Regenmesser im Rofental wurden im Haushaltsjahr 2014/15 mehrere Begehungen, wenn möglich in Kombination mit Feldarbeiten an HEF oder KWF, durchgeführt. Tabelle 12 zeigt die Daten der Ablesungen der einzelnen Totalisatoren. Eine Hubschrauberunterstützte Neubeschickung der Totalisatorengefäße fand bereits zu Beginn des Haushaltsjahres 2014/15, nämlich am 31.10.2014, statt. Wie üblich wurde Anfang April eine Ablesung aller Regenmesser in Vent und im Rofental durchgeführt. Die Kampagne zur Ablesung der Regenmesser Latschbloder, Rofenberg und Station Hintereisferner erfolgte dabei am 09.04.2015 durch S. Galos und A. Wirbel vom Schnalstal her über das Gletscherschigebiet. Die restlichen Totalistoren wurden am 10.04. durch R. Prinz und L. Nicholson im Rahmen einer Schitour Rofen – Platei – Vernagtbrücke – Guslarspitze – Prviantdepot – Hochjochhospiz – Rofen abgelesen (Abbildung 50).



Abbildung 50: Der HEF am 09.04.2015, gesehen von der Mittleren Guslarspitze. Foto: R. Prinz.

Eine weitere Begehung erfolgte am 02. und 03.06.2015 durch F. Covi und T. Zolles, ebenfalls mit Schi (Abbildung 51), wobei diese bereits über weitere Strecken (vor allem auf dem Weg zur Vernagtbrücke) getragen werden mussten. Im Rahmen dieser Begehung wurde der leicht undichte Topf an der Vernagtbrücke gewechselt. Nach Ablesung der Totalisatoren Provianddepot und Hochjochhospiz erfolgte der weitere Aufstieg zur Station Hintereis. Nach Übernachtung in der Station und der Ablesung des dortigen Totalisators, Abfahrt und Wiederausstieg zum Totalisator Rofenberg und weiter zum Regenmesser Latschbloder. Abfahrt/Abstieg nach Rofen.

Am 07.08.2015 und am 29.09.2015 (Abbildung 52) erfolgte die Ablesung der Totalisatoren Latschbloder und Rofenberg durch G. Kaser vom Schnalstal her.

Die restlichen Ablesungen wurden mit Feldarbeiten an den Gletschern kombiniert. Vor Beginn des Winters 2015/16 wurde ebenfalls wieder eine Hubschrauberunterstützte Neubeschickung der Totalisatoren durchgeführt. Details dazu werden im Bericht über das Haushaltsjahr 2015/16 folgen.



Abbildung 51: Der HEF und die umliegenden Gipfel am 03.06.2015. Der orographisch rechte Teil der untersten Zunge weist bereits schneefreie Stellen auf. Foto: F.Covi.

Tabelle 12: Die Totalisatoren im Rofental und die Tage an denen entsprechende Ablesungen erfolgten.

Vernagtbrücke	Proviandepot	Hochjochhospiz	Station Hintereis	Rofenberg	Latschbloder
31.10.2014	31.10.2014	31.10.2014	31.10.2014	31.10.2014	31.10.2014
10.04.2015	10.04.2015	10.04.2015	09.04.2015	09.04.2015	09.04.2015
02.06.2015	02.06.2015	02.06.2015	03.06.2015	03.06.2015	03.06.2015
04.08.2015	04.08.2015	03.07.2015	03.07.2015	07.08.2015	07.08.2015
27.11.2015	25.09.2015	04.08.2015	04.08.2015	29.09.2015	29.09.2015
	27.11.2015	25.09.2015	10.10.2015	27.11.2015	27.11.2015
		29.09.2015	27.11.2015		
		05.10.2015			
		27.11.2015			



Abbildung 52: Der leicht eingeschneite HEF bei der Ablesung des Totalisators Rofenberg am 29.09.2015. Foto: G. Kaser.

D.4.3 Installation der neuen Wetterstation in Vent

Im Herbst 2015 konnte nach längerer Vorbereitung endlich die neue Wetterstation in Vent in Betrieb genommen werden. Nähere Informationen zur Station finden sich in Kapitel B.3. Zur Installation waren insgesamt drei Arbeitseinsätze erforderlich. Am 08.09.2015 erfolgte der Aufbau des Stationsmastes und die Installation der Gerätschaften. Bei zwei weiteren Einsätzen am 04.11. und 18.11. wurde die endgültige Fertigstellung der Station, die Einstellung der Telemetrie und die Feinabstimmung der Programmierung durchgeführt. An den drei Einsätzen waren jeweils P. Vettori und R. Diewald (beide ACINN) beteiligt.



Abbildung 53: Die Neue automatische Wetterstation des ACINN in Vent befindet sich in etwa 30 m westlich der alten Station. Foto: S. Galos, 10.09.2015.

D.4.4 Automatische Kamera Rofenberg

An der automatischen Kamera am Rofenberg wurden im Haushaltsjahr 2014/15 keine besonderen Arbeiten durchgeführt. Ein Auslesen der Bilder und damit eine kurze Kontrolle der Kamera erfolgten am 09.04. durch S. Galos und A. Wirbel im Rahmen der Regenmesserrunde April und am 29.09.2015 durch G. Kaser, ebenfalls im Rahmen der Ablesung der Regenmesser Latschbloder und Rofenberg. Die Kamera funktionierte das ganze Jahr über einwandfrei und lieferte wertvolle Informationen zum zeitlichen Verlauf der Ausaperung am HEF.