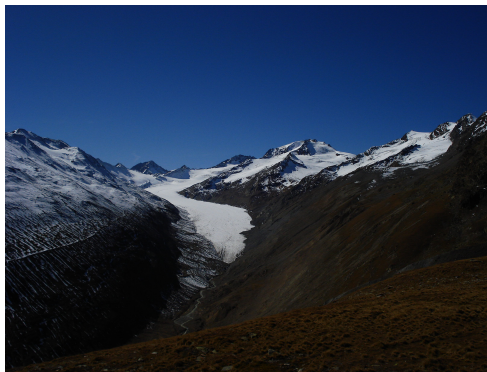


# HINTEREIS- UND KESSELWANDFERNER

MASSENHAUSHALT 2010/2011

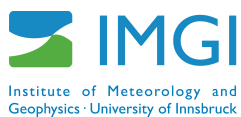


Jahresbericht

des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck  
im Auftrag des Hydrographischen Dienstes  
der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Tiroler Landesregierung

ANDREA FISCHER

12 2011



im Auftrag von:

Hydrographischer Dienst der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Tiroler Landesregierung  
Herrengasse 1–3

A-6020 Innsbruck/Austria

email: [hydrographie@tirol.gv.at](mailto:hydrographie@tirol.gv.at)

Tel.: +43(0)5125084251

Fax.: +43(0)5125084205

Im Auftrag des Hydrographischen Dienstes der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Tiroler Landesregierung erhebt das Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck den Massenhaushalt des Hintereisferners mit der direkten glaziologischen Methode. Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Arbeiten und Ergebnisse aus dem hydrologischen Jahr 2010/2011.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Das Untersuchungsgebiet</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Methoden</b>	<b>4</b>
2.1	Massenhaushalt . . . . .	4
2.2	Klima . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Witterungsverlauf 2010/2011</b>	<b>8</b>
3.1	Der Winter 2010/2011 . . . . .	12
3.2	Der Sommer 2011 . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Totalisatoren Rofental</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Der Massenhaushalt des Hintereisferners 2010/2011</b>	<b>14</b>
5.1	Die Winterbilanz des Hintereisferners 2010/2011 . . . . .	14
5.2	Die Jahresbilanz des Hintereisferners 2010/2011 . . . . .	18
5.2.1	Messwerte . . . . .	18
5.2.2	Auswertung . . . . .	20
5.2.3	Endergebnis . . . . .	23
<b>6</b>	<b>Der Massenhaushalt des Kesselwandferners 2010/2011</b>	<b>25</b>
6.1	Messwerte . . . . .	25
6.2	Auswertung . . . . .	25
6.3	Endergebnis . . . . .	28
<b>7</b>	<b>Mitarbeiter</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>31</b>

# 1 Das Untersuchungsgebiet

Der Hintereisferner und der Kesselwandferner entwässern über die Rofenache in die Venter Ache im Einzugsgebiet des Inn (Abb. 1). Weitere topographische Daten sind in Tabelle 1 angeführt. Abbildung 2 zeigt ein Orthofoto des Untersuchungsgebietes. Beide Gletscher, Hintereisferner und Kesselwandferner, werden schon seit vielen Jahrzehnten glaziologisch untersucht. Die Massenbilanzreihen von Hintereisferner und Kesselwandferner zählen zu den längsten weltweit.

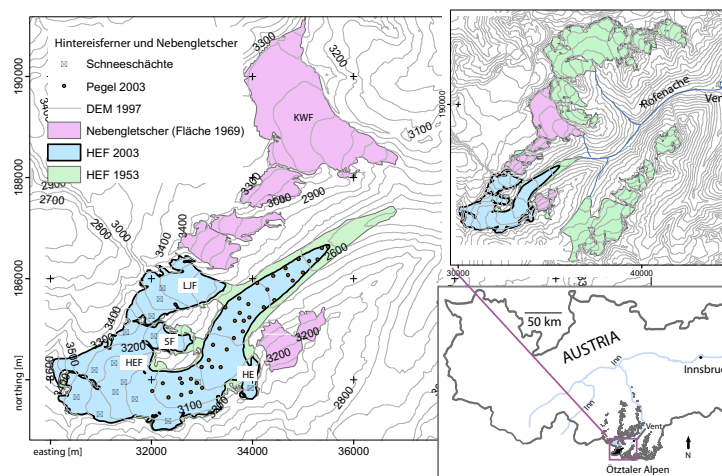


Abbildung 1: Untersuchungsgebiete Kesselwandferner und Hintereisferner im Einzugsgebiet der Rofenache, Ötztaler Alpen, Tirol, Österreich. HE...im Hinteren Eis, HEF...Hintereisferner, KWF...Kesselwandferner, LJF...Langtaufererjochferner, SF...Stationsferner.

		Hintereisferner	Kesselwandferner	
Fläche im Jahr	1969	9,01	3,94	km <sup>2</sup>
	1997	8,70	4,26	km <sup>2</sup>
	2007	7,21	3,82	km <sup>2</sup>
Höchster Punkt	2010	3710	3497	m
Tiefster Punkt	2010	2505	2790	m

Tabelle 1: Topographische Kennzahlen des Hintereis- und Kesselwandferners.

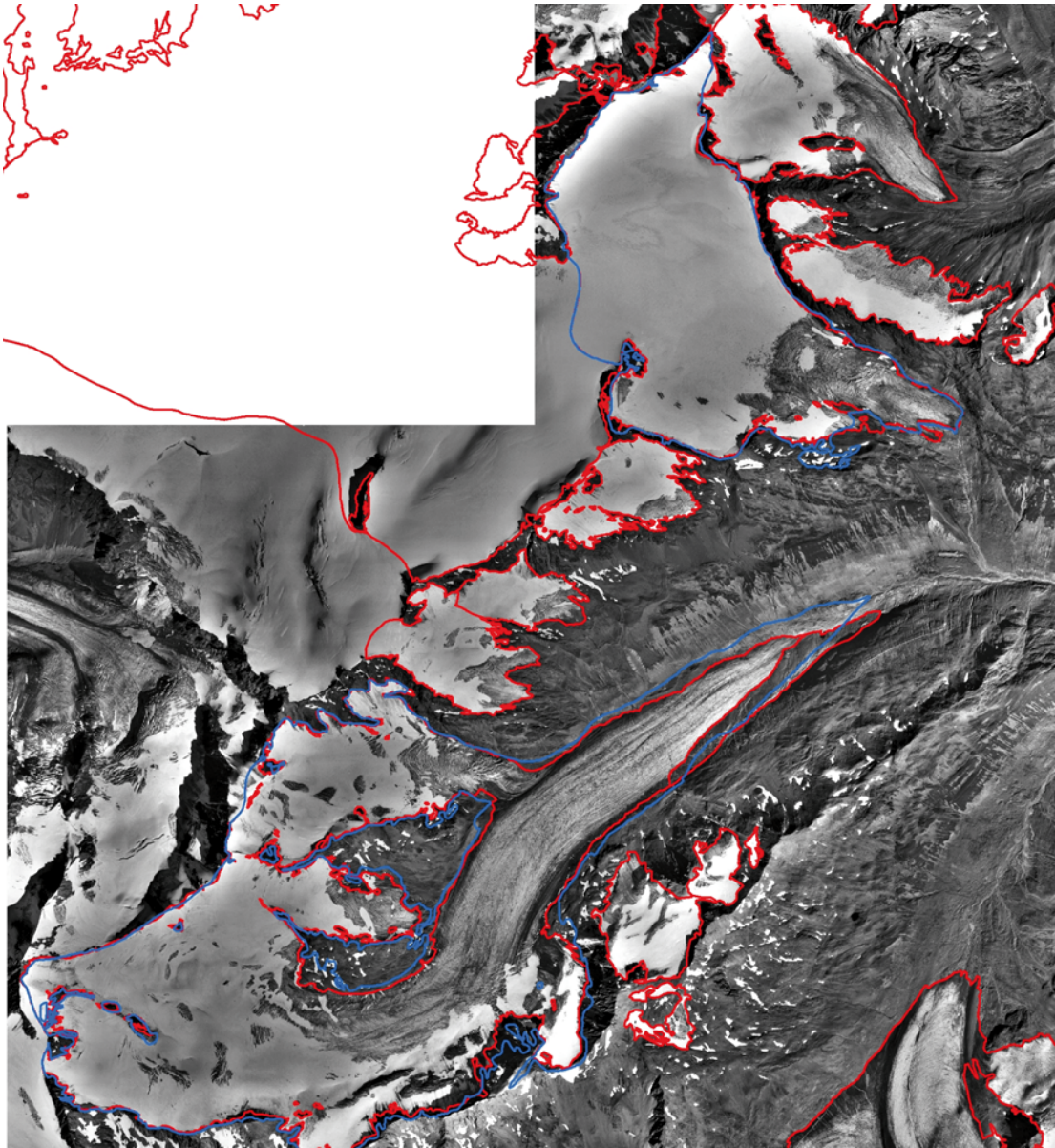


Abbildung 2: Orthofoto 1997 mit Gletschergrenzen 1969 in blau und Gletschergrenzen 1997 in rot (mit Toteis) aus dem Österreichischen Gletscherinventar 1998 (Lambrecht und Kuhn, 2007).

## 2 Methoden

### 2.1 Massenhaushalt

Massenhaushaltsuntersuchungen nach der glaziologischen Methode beruhen auf direkten Messungen an verschiedenen Stellen eines Gletschers, bei denen für die Dauer eines hydrologischen Jahres - also vom 1. Oktober bis zum 30. September des Folgejahres - Massengewinn oder Massenverlust gemessen werden. Aus der Integration von Punktmessungen über die gesamte Gletscherfläche erhält man die Massenänderung  $B$  gegenüber dem Vorjahr. Im Ablationsgebiet (Zehrgebiet) eines Gletschers errechnet man den Massenverlust mit Hilfe von ins Eis eingebohrten Stangen (Ablationspegeln), an denen man die Abschmelzbeträge direkt ablesen kann. Im Akkumulationsgebiet (Nährgebiet) muss man zur Bestimmung des Schneezuwachses einen Schacht bis zur vorjährigen Gletscheroberfläche graben und aus seiner Tiefe und der gemessenen Schneedichte den Wasserwert bestimmen.

Die aktuellen Messstellen am Hintereisferner und Kesselwandferner sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Die Messung des Massenhaushaltes wird wie in Hoinkes (1970) beschrieben durchgeführt. Details zur digitalen Auswertung wurden von Fischer und Markl (2009) beschrieben.

Die spezifische Bilanz  $b$  ergibt sich aus der Massenänderung  $B$  und der Fläche  $S$ . Die Gesamtfläche wurde auch nach Flächen mit Netto-Akkumulation  $S_c$  und Flächen mit Netto-Ablation  $S_a$  getrennt. Die Bilanzen dieser Teilflächen sind  $B_c$  und  $B_a$ , die entsprechenden mittleren spezifischen Bilanzen sind  $b_c$  und  $b_a$ .

$$S = S_c + S_a \quad (1)$$

$$B = B_c + B_a \quad (2)$$

$$b = B/S \quad (3)$$

$$b_c = B_c/S_c \quad (4)$$

$$b_a = B_a/S_a \quad (5)$$

Aus den Schneeschächten zu Ende des Winters und Sondierungen wird eine spezifische Winterbilanz  $b_{wi}$  berechnet. Aus dieser wird die spezifische Sommerbilanz  $b_{so}$  als Differenz zwischen spezifischer Massenbilanz  $b$  und spezifischer Winterbilanz  $b_{wi}$  berechnet.

$$b_{so} = b - b_{wi} \quad (6)$$

$$B_{wi} = b_{wi} \cdot S \quad (7)$$

$$B_{so} = b_{so} \cdot S \quad (8)$$



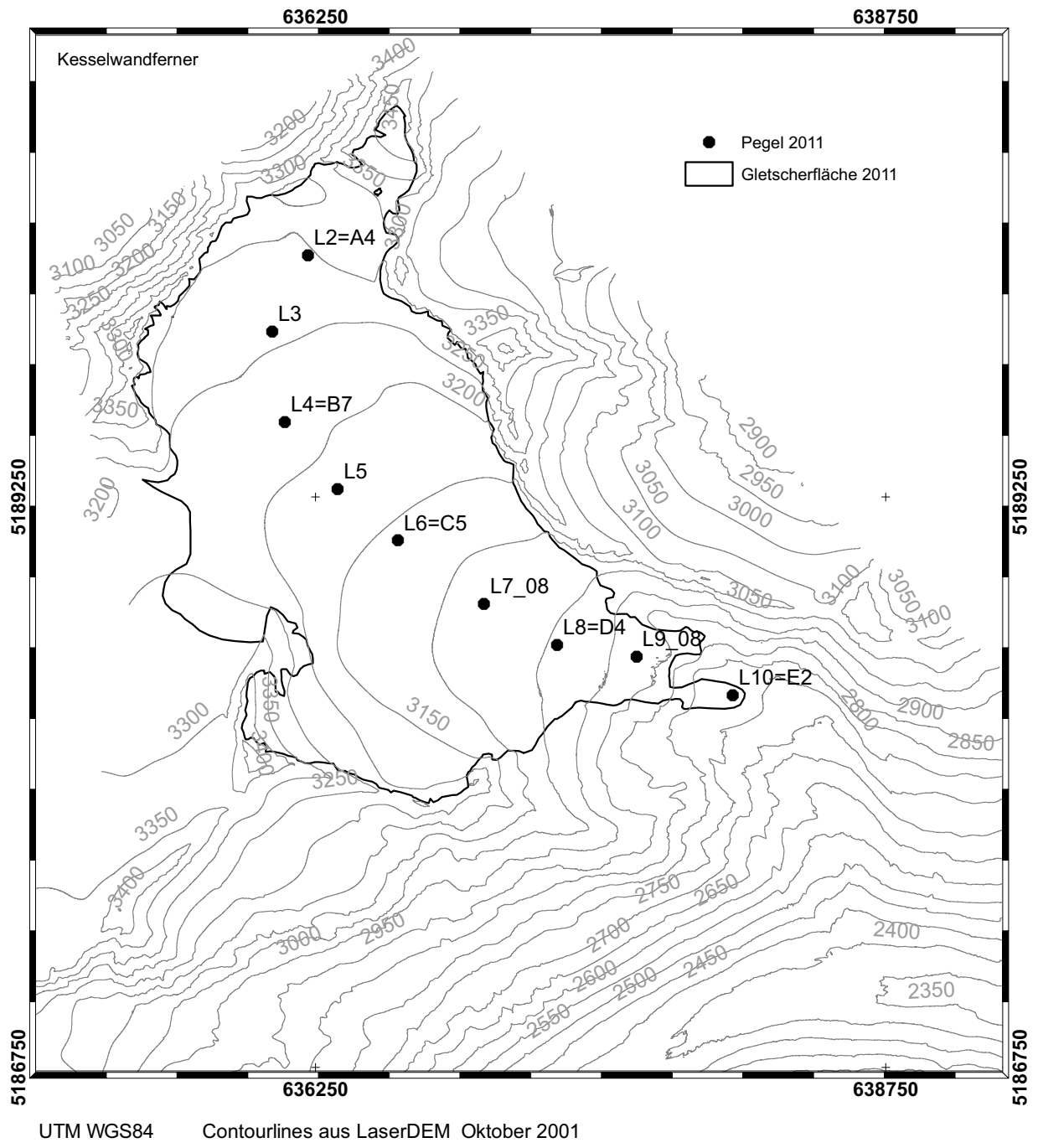


Abbildung 4: Messstellen am Kesselwandferner im Haushaltsjahr 2010/11.

Die Höhe der Gleichgewichtslinie (ELA) ergibt sich als niedrigster Schnittpunkt der Verteilung der spezifischen Massenbilanz mit der Höhe mit der  $b=0$  Achse.

## 2.2 Klima

Für den Massenhaushalt eines Gletschers in unserer Alpenregion sind drei meteorologische Parameter von besonderer Bedeutung:

1. der Niederschlag während des Winters,
2. die Sommertemperatur und
3. die Anzahl und Menge der Neuschneefälle während des Sommers.

Wie in der Glaziologie üblich, weicht die Definition von Winter und Sommer von Anderen in Meteorologie und Hydrologie gebräuchlichen ab: Der Winter umfasst die Monate Oktober bis einschließlich April, der Sommer von Mai bis September. Damit nähert man sich den mittleren tatsächlichen Akkumulations- und Ablationszeiten bestmöglich an. Die folgenden Angaben zur Witterung basieren auf Messwerten der Station Vent (1906 m).

### 3 Witterungsverlauf 2010/2011

Die Mitteltemperatur von 2,8°C des hydrologischen Jahres 1.10.2010 - 30.9.2011 lag 1,2 °C über dem Mittel 1906 - 2005. Der Niederschlag von 724 mm lag 47 mm über dem langjährigen Mittelwert von 677 mm. Die Temperatur- und Niederschlagsdaten der Station Vent sind in Tabelle 2 zusammengefasst, die Abweichungen vom langjährigen Mittel sind zusätzlich in Abbildung 5 dargestellt. Abbildungen 6 und 7 zeigen die Abweichung des Monatsniederschlags und des Monatsmittels der Temperatur vom Mittel 1971-2000 für ganz Österreich (Quelle: zamg.ac.at).

Monat	Temperatur			Niederschlag		
	°C 2010/2011	°C 1906 – 2005	°C Δ	mm 2010/2011	mm 1906 – 2005	mm Δ
Oktober	1,9	3,1	-1,2	49	52	-3
November	-2,0	-2,3	0,3	106	50	56
Dezember	-7,0	-5,5	-1,5	47	40	7
Januar	-5,8	-6,7	0,9	11	38	-27
Februar	-3,8	-6,1	2,3	36	35	1
März	-1,0	-3,2	2,2	43	38	5
April	3,7	0,2	3,5	12	43	-31
Winter	-2,0	-2,9	0,9	304	296	8
Mai	7,2	4,9	2,3	64	62	2
Juni	9,2	8,1	1,1	102	79	23
Juli	9,6	9,9	-0,3	82	87	-5
August	12,1	9,5	2,6	58	91	-33
September	9,1	6,9	2,2	114	62	52
Sommer	9,4	7,9	1,5	420	381	39
hydrolog. Jahr	2,8	1,6	1,2	724	677	47

Tabelle 2: Klimadaten 2010/2011 an der Station Vent. Δ ... Abweichung des Haushaltsjahres vom langjährigen Mittel.



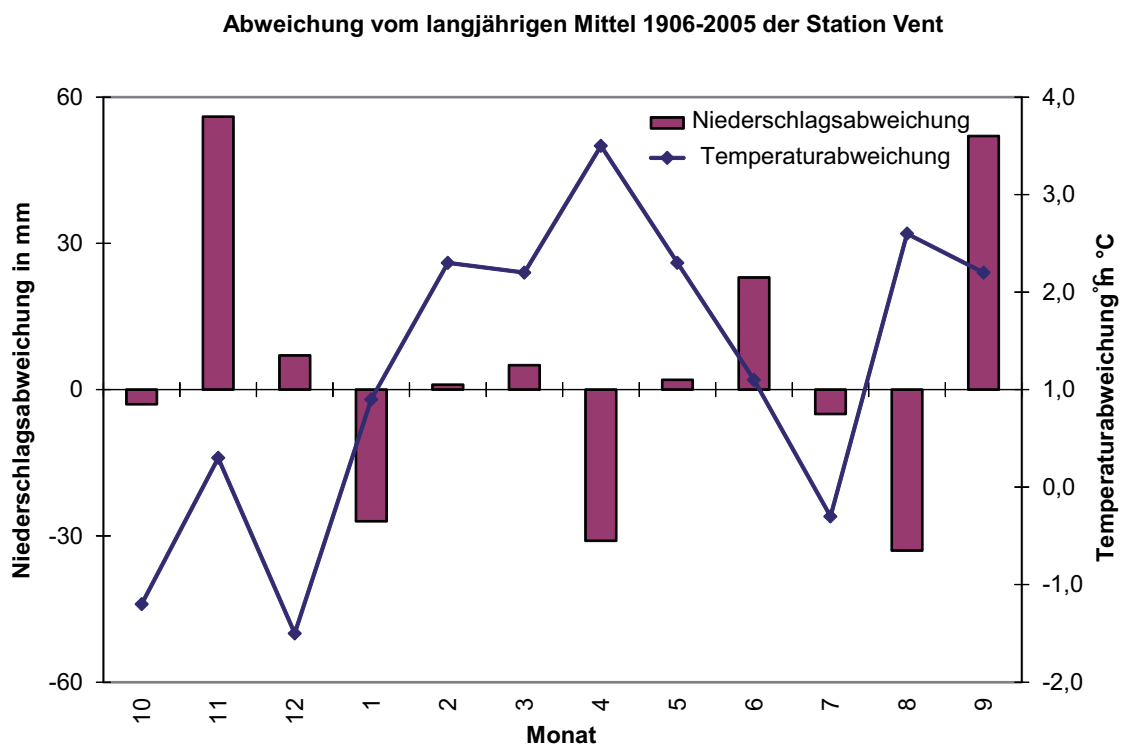


Abbildung 5: Abweichung der Klimawerte der Temperatur und des Niederschlags für das Jahr 2010/2011 an der Station Vent vom langjährigen Mittel 1906-2005.

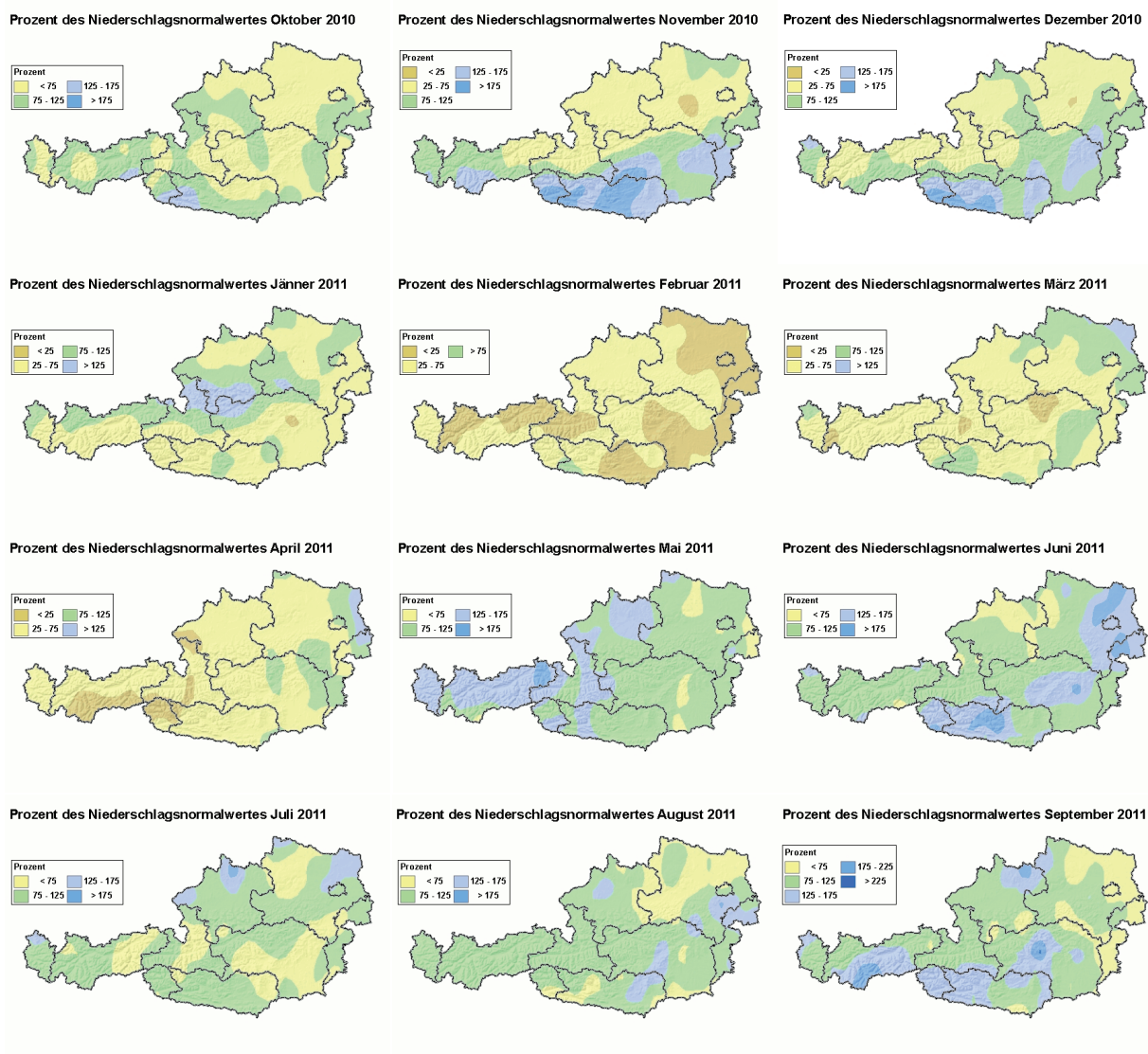


Abbildung 6: Übersicht der Abweichungen vom langjährigen Mittel 1971-2000 der Monatssumme des Niederschlages. Die Abbildungen werden von der ZAMG unter [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at) zur Verfügung gestellt.

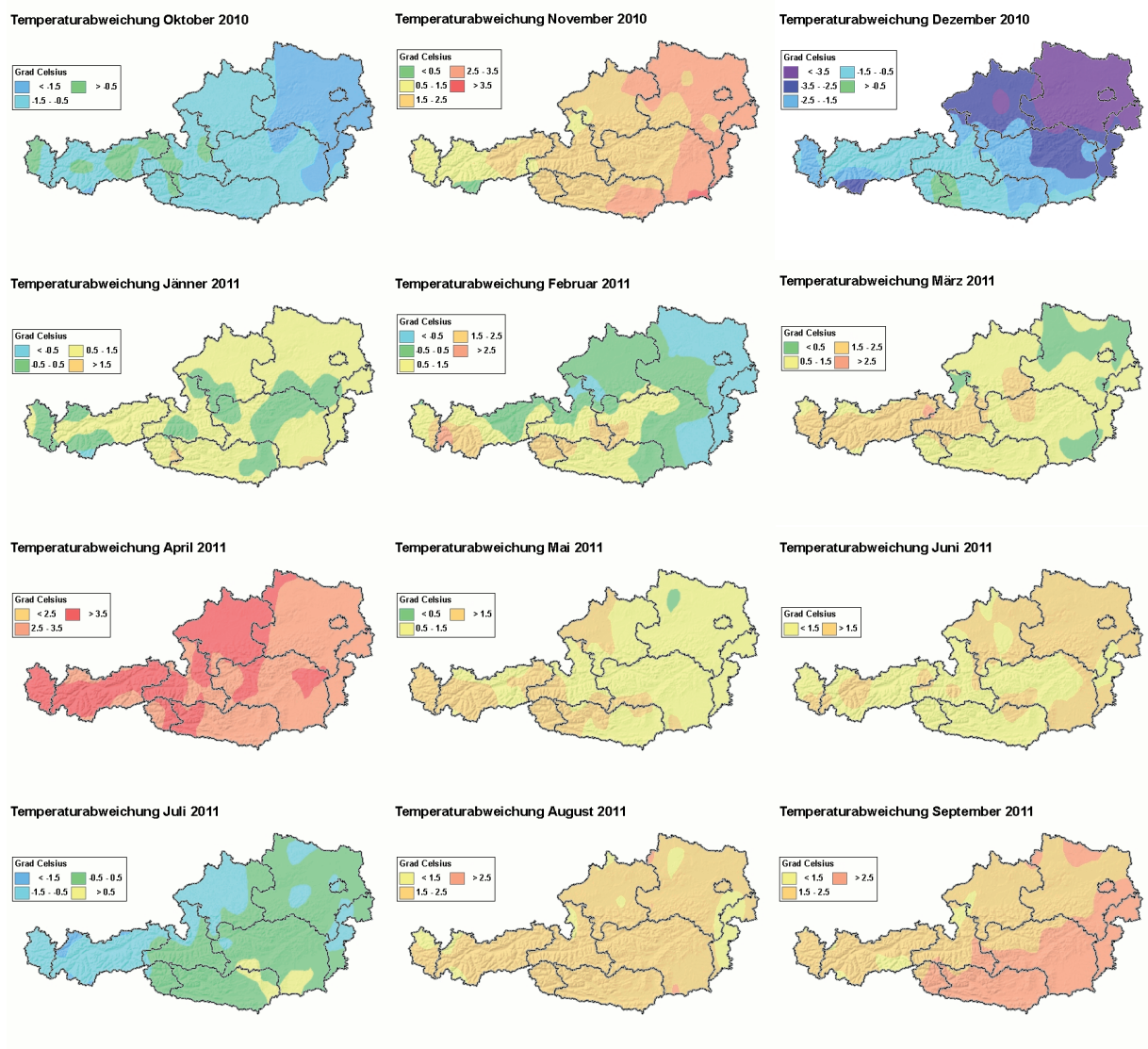


Abbildung 7: Übersicht der Abweichungen vom langjährigen Mittel 1971-2000 der mittleren Monatstemperatur. Die Abbildungen werden von der ZAMG unter [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at) zur Verfügung gestellt.

### 3.1 Der Winter 2010/2011

Die Temperatur des Winters 2010/2011 (Oktober - April) lag mit  $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  um  $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  über dem Mittelwert 1906-2005 ( $-2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Ausnehmend warm waren die Monate nach dem Jahreswechsel; Februar und März lagen um  $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  über dem langjährigen Mittel, der April sogar um  $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nur der Oktober und der Dezember lagen unter dem langjährigen Mittel. Die Niederschlagsmenge lag mit  $304\text{ mm}$  etwa im langjährigen Mittelwert 1906-2005 von  $296\text{ mm}$ . Deutlich positive Abweichungen zeigte nur der November, im Jänner und April war die Niederschlagsmenge unterdurchschnittlich.

### 3.2 Der Sommer 2011

Der Sommer 2011 war gegenüber dem langjährigen Mittel von 1906-2005 wie schon das vorige Haushaltsjahr zu warm und zu feucht. Die Mitteltemperatur des Sommers 2011 (Mai bis September) betrug  $9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  und war um  $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  wärmer als im langjährigen Mittel ( $7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Alle Sommermonate außer Juli, der aber nur um  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  zu kühl war, waren deutlich zu warm. Abweichungen über  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  traten im Mai, August und September auf.

Der Sommer 2011 war mit  $420\text{ mm}$  Niederschlag feuchter als das langjährige Mittel von  $381\text{ mm}$ . Im Juni und September fiel etwas mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel, der August war zu trocken.

## 4 Totalisatoren Rofental

Die Koordinaten der Totalisatoren Rofental sind in Tabelle 3 angeführt, die Ergebnisse der Ablesungen im Haushaltsjahr 2010/11 in Tabelle 4. In diesem Kapitel wird als Ende des Winterhalbjahres der 31.03. geführt, da es zum 1. Mai keine Ablesung gibt.

			Höhe
Hochjochhospiz	46° 49' 25"	10° 49' 31"	2360 m
Hintereisferner	46° 47' 51"	10° 45' 40"	2889 m
Latschbloder	46° 47' 56"	10° 48' 09"	2970 m
Rofenberg	46° 47' 31"	10° 47' 36"	2827 m
Proviantdepot	46° 49' 49"	10° 49' 25"	2737 m
Vernagtbrücke	46° 51' 22"	10° 49' 43"	2640 m

Tabelle 3: Koordinaten Regenmesser Rofental

Messstelle	Vent N-Waage	Vent	Hochjochospiz	Vernagtbrücke	Proviantdepot	Rofenberg	Latschbloder	Hintereisferner
<b>Jahr</b>								
1.10. 2010- 30.9.2011	719	756	835	923	945	1106	1099	1375
Verhältnis zu N-Waage Vent		1,05	1,16	1,28	1,31	1,54	1,53	1,91
<b>Winter</b>								
1.10. 2010 - 31.3.2011	288	331	318	340	326	418	386	555
Verhältnis zu N-Waage Vent		1,14	1,10	1,18	1,13	1,45	1,34	1,92
<b>Sommer</b>								
1.4.2011- 30.9.2011	431	425	517	583	619	688	713	820
Verhältnis zu N-Waage Vent		0,99	1,2	1,34	1,45	1,60	1,65	1,90

Tabelle 4: Niederschlagsmessungen mit Totalisatoren im Einzugsgebiet des Pegels Rofenache in mm für das Jahr 2010/2011

## 5 Der Massenhaushalt des Hintereisferners 2010/2011

Die Schneemenge des Winters war eher unterdurchschnittlich, die deutlich zu warmen Monate April, Mai und Juni trugen massiv zum Abbau der Schneedecke bei. Zum Zeitpunkt der Frühjahrsbegehung waren schon Teile der Zunge schneefrei. Während des relativ kühlen Juli wurde die Ausaperung auch durch einige kleinere Schneefälle verlangsamt. Im warmen Spätsommer aperten wieder große Flächen aus. Anfang Oktober waren die Gletscher zwar schneebedeckt, wurden aber in einem ungewöhnlich warmen und trockenen Herbst wieder bis in große Höhen schneefrei, sodass die Ablationssaison erst Anfang Dezember 2011 beendet wurde.

Die zur Bestimmung des Massenhaushaltes nötigen Feldarbeiten und Kontrollmessungen wurden an den in Tabelle 5 angeführten Tagen durchgeführt.

Hintereisferner
06-08.10.2010
9.-10.05.2011
06.06.2011
21.07.2011
02.08.2011
23.08.2011
25.08.2011
11.09.2011
15.09.2011
04.10.2011

Tabelle 5: Feldmessungen am Hintereisferner.

### 5.1 Die Winterbilanz des Hintereisferners 2010/2011

Von 09. bis 10.05.2011 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden drei Schächte in den Firnbecken bis zur Gletscheroberfläche des vergangenen Herbstes gegraben. Zwischen den Schächten und im Zungenbereich des Gletschers wurde die Schneetiefe sondiert. Abbildung 8 gibt die Lage der Schächte und Sondierungen wieder, Tabellen 6 ihre Tiefe und Dichte sowie den Wasserwert der Schächte. Die Summe dieser Werte über die Höhenstufen (Tabelle 7) ergibt einen Wasserwert von  $B_{wi} = 6,748 \cdot 10^6 m^3$  für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer

mittleren spezifischen Winterbilanz von  $b_{wi} = 975$  mm w.e.

Schacht	Schneehöhe in cm	Dichte in $\text{gcm}^{-3}$	WW in mm
HOI	290	0,442	1280
TE	312	0,479	1493
HJ	332	0,435	1443

Tabelle 6: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte von 09.05.2011 am Hintereisferner

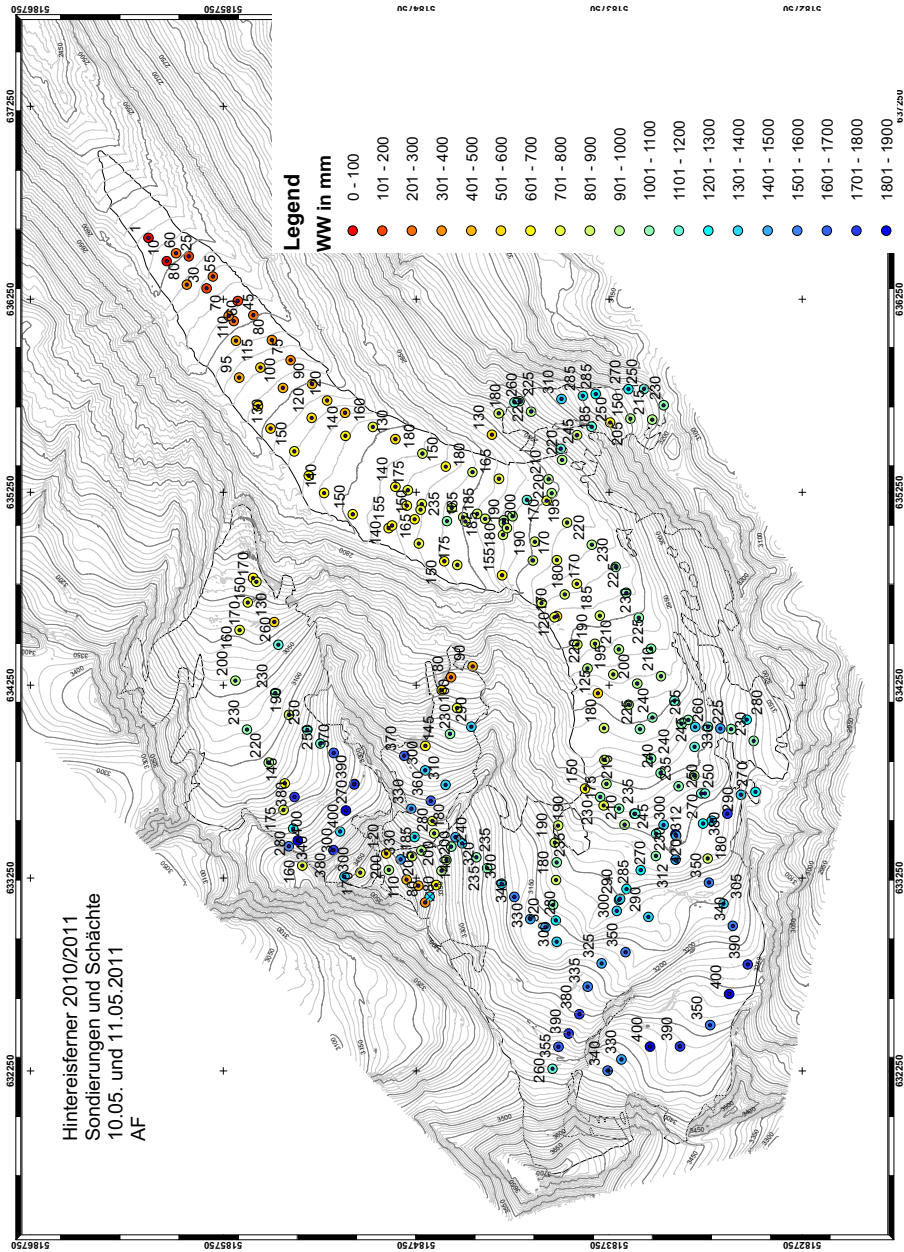


Abbildung 8: Messwerte der Winterbilanz mit Höhe der Schneedecke in cm und farbcodiert dem Wasserwert in mm w.e.



H m	A $m^2$	N	WW mm w.e.	h mm	$B_{wi}$ $m^3$ Wasser	
3700 - 3750	4800	0	200	869	4173	*
3650 - 3700	22708	0	250	1087	24675	*
3600 - 3650	28116	1	332	1443	40571	
3550 - 3600	18909	2	266	1173	22181	
3500 - 3550	18910	7	190	858	16230	
3450 - 3500	37248	12	180	813	30286	
3400 - 3450	128660	16	236	1066	137127	
3350 - 3400	253879	21	298	1346	341624	
3300 - 3350	382507	23	326	1472	563117	
3250 - 3300	417462	22	324	1465	611620	
3200 - 3250	462283	25	286	1290	596401	
3150 - 3200	575705	37	256	1157	666215	
3100 - 3150	680599	44	250	1129	768318	
3050 - 3100	657069	43	232	1052	691145	
3000 - 3050	495797	38	209	946	469181	
2950 - 3000	445623	34	201	907	404390	
2900 - 2950	453885	33	195	883	400740	
2850 - 2900	427134	31	184	833	355734	
2800 - 2850	226144	28	163	734	166014	
2750 - 2800	394889	23	131	593	234204	
2700 - 2750	269665	17	90	407	109627	
2650 - 2700	204291	13	50	226	46201	
2600 - 2650	183611	6	39	174	31918	
2550 - 2600	99359	0	30	135	13459	
2500 - 2550	28902	0	20	90	2610	
Gesamt	6918156	106		975	6747761	

Tabelle 7: Winterbilanz des Hintereisferners 2010/2011. H...Höhenstufe, A...Fläche, N...Anzahl der Sondierungen, WW... Wasserwert, h ... Schneehöhe,  $b_{wi}$ ...spezifische Winterbilanz,  $B_{wi}$  Winterbilanz. \*... in dieser Höhenstufe fanden keine Messungen statt, die Werte sind interpoliert.

## 5.2 Die Jahresbilanz des Hintereisferners 2010/2011

Die Jahresbilanz des Hintereisferners wird aus den Messwerten an den Pegeln und Schächten wie in Kapitel 2 beschrieben berechnet.

### 5.2.1 Messwerte

Die Ablationswerte für das Haushaltsjahr 2010/2011 an den Pegeln und Schächten sind in Tabelle 8 angeführt, die Lage der Pegel und Schächte ist aus Abbildung 3 ersichtlich. Die Abbildung 9 zeigt den zeitlichen Verlauf der Ablation von Eis an ausgewählten Pegeln im Sommer 2011. Die Steigung der Kurven gibt Auskunft über die Schmelzrate und eventuelle Reduktionen der Ablation durch Neuschneefälle an einzelnen Pegeln bzw. in verschiedenen Höhenzonen.

Nummer	WW	Nummer	WW in cm	Nummer	WW in cm
19	-629	66	-318	101	-185
22	-607	69	-300	L3/09	-158
27	-641	70	-224	L3/89	-164
30	-626	71	-255	L4/07	-222
34	-588	72	-236	L4/88	-227
38	-577	73	-195	L5/09	-242
41	-582	74	-291	L5/87	-381
42	-446	79	-242	L6/07	-307
46	-407	93	-128	L7/07	-371
50	-427	94	-63	L7/85	-448
51	-389	95	-151	L8/07	-515
57	-457	96	-200	L9/07	-497
61	-308	97	-234	L10/07	-693
64	-364	98	-201	HJ	74
65	-363	99	-171	SJ	25

Tabelle 8: Wasserwerte (WW) der Ablation an den Pegeln und Akkumulation an den Schächten am Hintereisferner vom 1. 10. 2010 bis 30.9.2011.



### **5.2.2 Auswertung**

Die an den Pegeln und Schächten ermittelten Messwerte für das Haushaltsjahr wurden mithilfe von Karten, Fotos und Aufnahmen der Webcam räumlich extrapoliert. Die daraus entstandene Massenbilanzkarte zeigt die Linien und Flächen gleichen Wasserwertes (Abbildung 10). Diese Karte wird nach Höhenzonen ausgewertet (Tabelle 9), um daraus die Haushaltswerte des Gesamtgletschers zu berechnen.

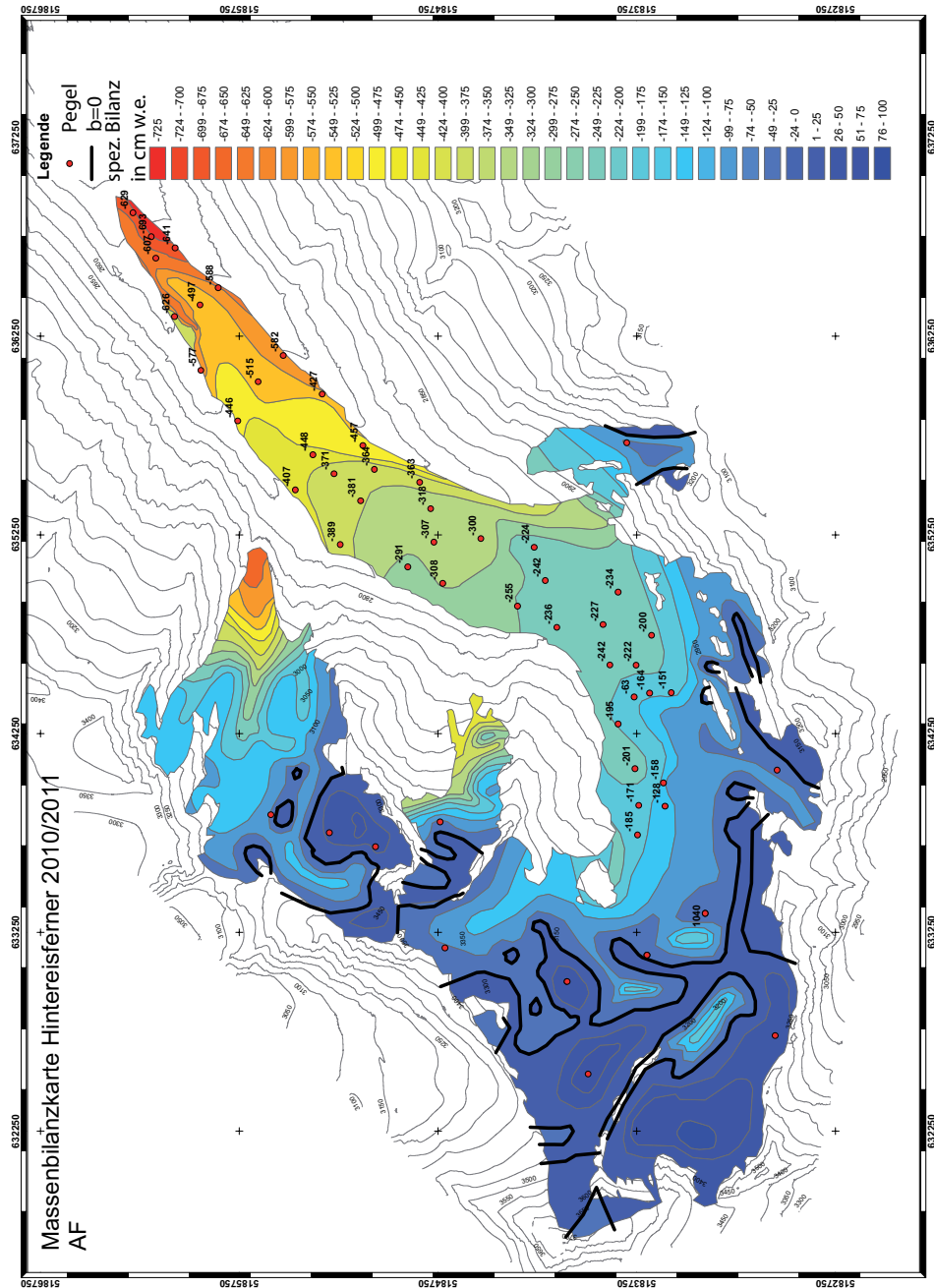


Abbildung 10: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Hinterseiferner in cm Wasseräquivalent, gültig für den 30. 9. 2011. Schwarze Linie:  $b=0$  mm w.e.

H	A	B	b	$b_{wi}$	$b_{so}$
	$km^2$	$10^3m^3$	mm w.e.	mm w.e.	mm w.e.
3700 - 3750	0.005	-1.2	-250	869	-1119
3650 - 3700	0.023	-2.2	-99	1087	-1186
3600 - 3650	0.028	2	73	1443	-1370
3550 - 3600	0.019	2.4	125	1173	-1048
3500 - 3550	0.021	2.1	98	858	-760
3450 - 3500	0.081	0.9	11	813	-802
3400 - 3450	0.129	3.8	29	1066	-1037
3350 - 3400	0.254	29.8	117	1346	-1229
3300 - 3350	0.383	69.9	183	1472	-1289
3250 - 3300	0.417	-20.8	-50	1465	-1515
3200 - 3250	0.46	-124.8	-272	1290	-1562
3150 - 3200	0.574	-191.7	-334	1157	-1491
3100 - 3150	0.675	-343.7	-509	1129	-1638
3050 - 3100	0.652	-544.6	-835	1052	-1887
3000 - 3050	0.496	-601	-1212	946	-2158
2950 - 3000	0.445	-673	-1511	907	-2418
2900 - 2950	0.447	-887.1	-1985	883	-2868
2850 - 2900	0.416	-1060.2	-2550	833	-3383
2800 - 2850	0.223	-617.5	-2774	734	-3508
2750 - 2800	0.378	-1204.4	-3185	593	-3778
2700 - 2750	0.257	-1034.5	-4018	407	-4425
2650 - 2700	0.199	-968.8	-4863	226	-5089
2600 - 2650	0.169	-902.9	-5329	174	-5503
2550 - 2600	0.087	-533.1	-6136	135	-6271
2500 - 2550	0.02	-134.7	-6670	90	-6760

Tabelle 9: Nettobilanz und die spezifische Massenbilanz am Hintereisferner 2010/11 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht  $1 \text{ kg m}^{-2}$ . Flächen nach neuer Karte 2011. H...Höhenstufe, A...Fläche, B... Bilanz, b...spezifische Bilanz,  $b_{wi}$ ...spezifische Winterbilanz,  $b_{so}$  spezifische Sommerbilanz.

### 5.2.3 Endergebnis

Das Vertikalprofil der spezifischen Bilanz über verschiedene Höhenzonen (Abbildung 11) zeigt den typischen Verlauf mit dem Maximum der Ablation an der Gletscherzunge und Rücklagen in Höhen zwischen 3100 und 3600 m mit einem topographisch bedingten Maximum bei 3300 m. In diesen Mulden des Firnbeckens findet auch im Winter die mittlere maximale Akkumulation statt.

Massenbilanz	Gesamter	Hintereisferner
$S_c=$	1,739	$km^2$
$B_c=$	419,1	$10^3m^3$
$b_c=$	241	mm w.e.
$S_a=$	5,118	$km^2$
$B_a=$	-10154,5	$10^3m^3$
$b_a=$	-1984	mm w.e.
S=	6,856	$km^2$
B=	-9735,3	$10^3m^3$
b=	-1420	mm w.e.
$b_{wi}=$	975	mm w.e.
$b_{so}=$	-2395	mm w.e.
$S_c/S=$	0,254	
ELA	3285	m

Tabelle 10: Kennzahlen der Massenbilanz 2010/11 des Hintereisferners

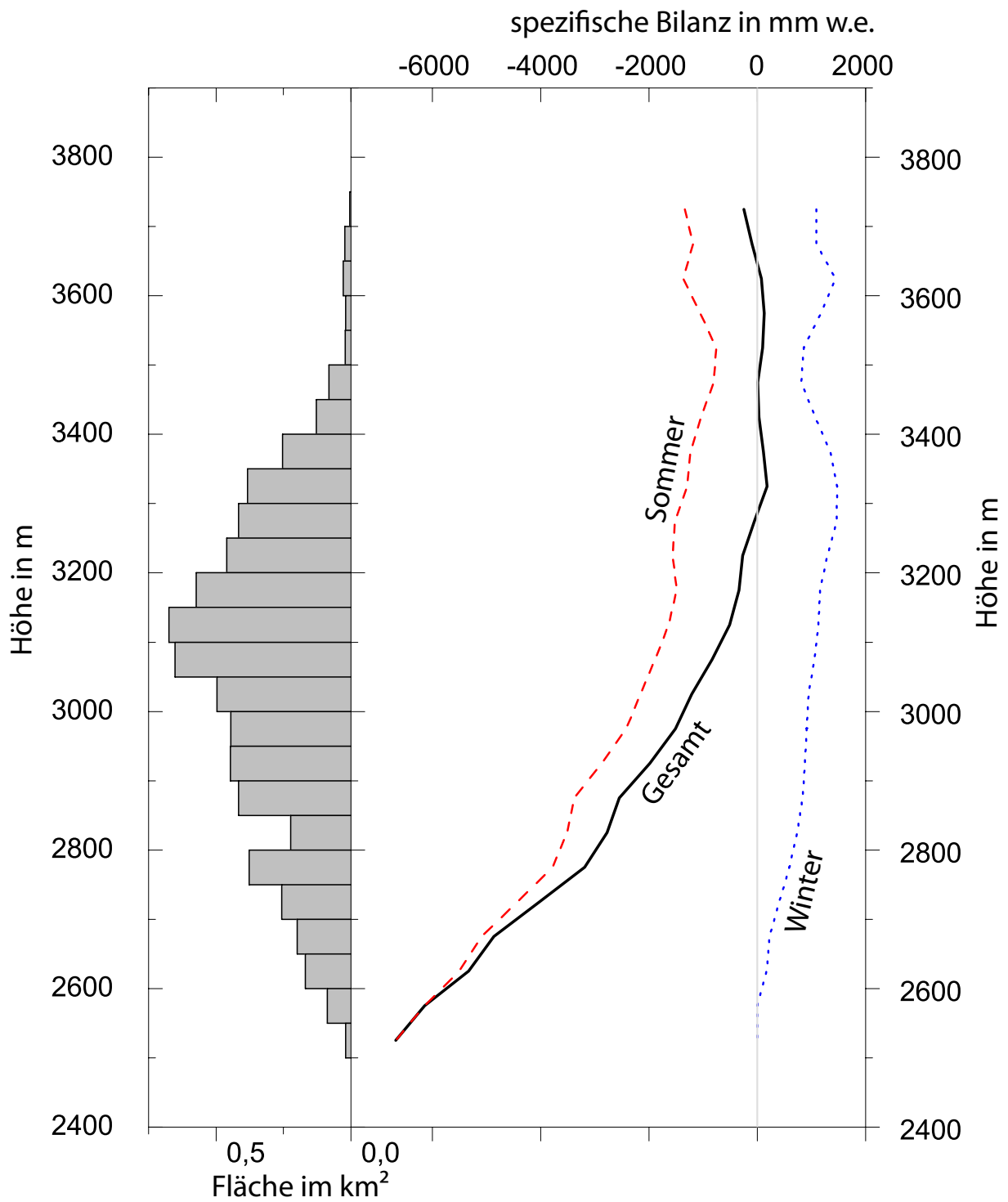


Abbildung 11: Die Verteilung der Flächen des Hintereisferners (Balken) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz  $b$  (1.10.10 - 30.9.11, schwarze Kurve), der Winterbilanz  $b_{wi}$  (1.10.10 - 30.4.11, blaue Kurve) und der Sommerbilanz  $b_{so}$  (1.5. - 30.9.11, rote Kurve) für 50-m-Höhenstufen.



## 6 Der Massenhaushalt des Kesselwandferners 2010/2011

Die zur Bestimmung des Massenhaushaltes nötigen Feldarbeiten und Kontrollmessungen wurden an den in Tabelle 11 angeführten Tagen durchgeführt.

Messkampagnen
10.-12.09.2010
24.08.2011
09.09.2011

Tabelle 11: Feldmessungen am Kesselwandferner.

### 6.1 Messwerte

Die Jahreswerte der Pegel sind in Tabelle 12 wiedergegeben.

Pegel	Höhe in m	WW in cm
L2=A4	3294	4
L3	3256	6
L4=B7	3218	-37
L5	3179	-77
L6=C5	3131	-48
L7	3080	-40
L8=D4	3039	-129
L9	2968	-330
L10=E2	2803	-550

Tabelle 12: Wasserwerte (WW) der Ablation an den Pegeln am Kesselwandferner vom 1. 10. 2010 bis 30.9.2011.

### 6.2 Auswertung

Aus den Messwerten an den Pegeln wurde die Massenbilanzkarte des Kesselwandferners interpoliert (Abbildung 12), die die Flächen gleicher Massenbilanz wiedergibt. Die für die einzelnen

Höhenzonen aus dieser Karte berechneten Haushaltswerte sind in der Tabelle 13 zusammengefasst.

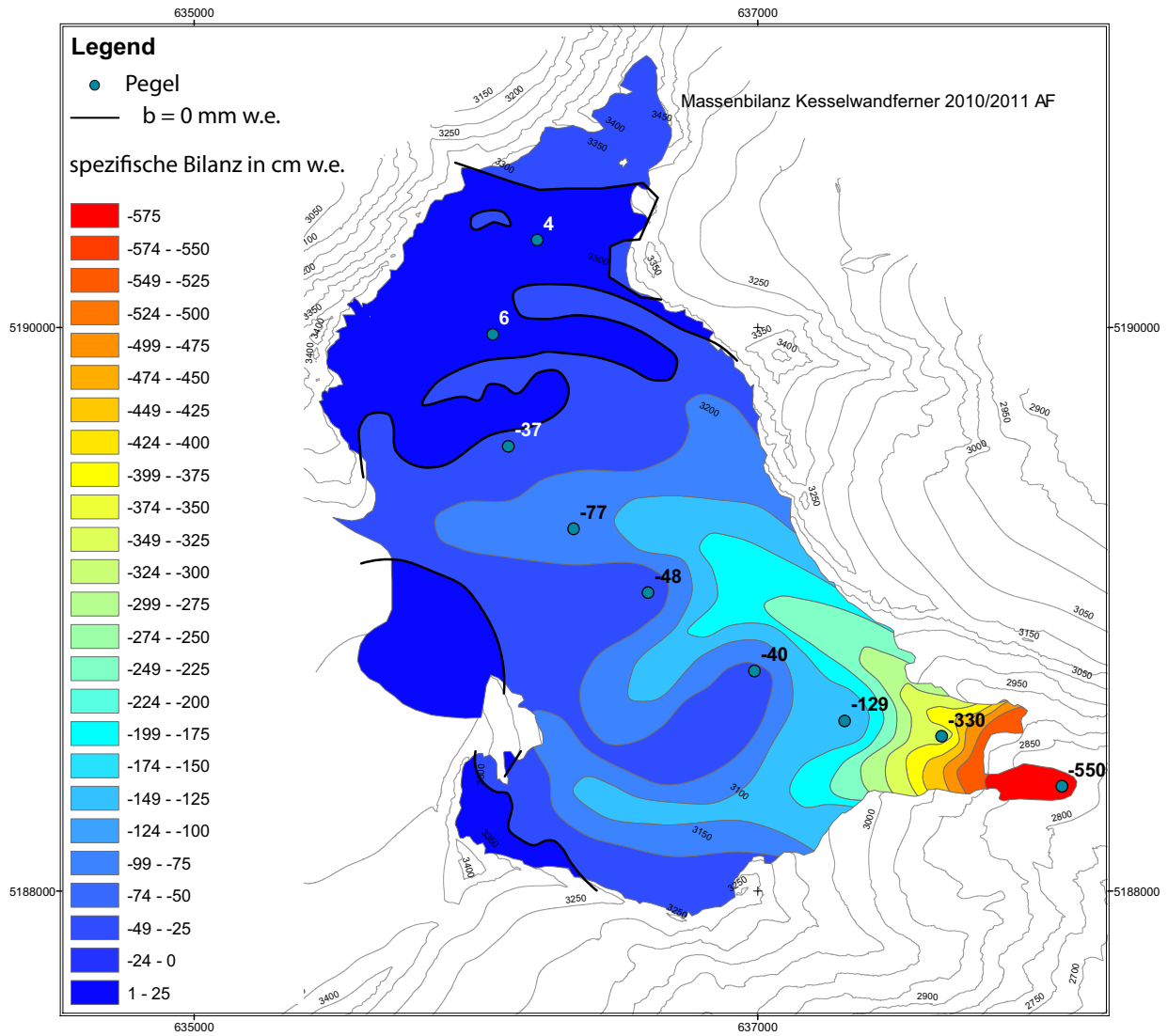


Abbildung 12: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Kesselwandferner in cm Wasseräquivalent, gültig für den 30. 9. 2011. Schwarze Linie: b=0 mm w.e.

H	A in $km^2$	B in $10^3m^3$	b in mm w.e.
3450 - 3500	0,021	-5,305	-250
3400 - 3450	0,026	-6,549	-250
3350 - 3400	0,044	-5,449	-124
3300 - 3350	0,256	4,326	17
3250 - 3300	0,599	12,720	21
3200 - 3250	0,827	-150,915	-183
3150 - 3200	0,700	-421,254	-601
3100 - 3150	0,515	-472,705	-917
3050 - 3100	0,397	-477,815	-1204
3000 - 3050	0,133	-294,845	-2214
2950 - 3000	0,077	-292,086	-3796
2900 - 2950	0,033	-162,889	-5005
2850 - 2900	0,008	-43,811	-5749
2800 - 2850	0,023	-134,126	-5750

Tabelle 13: Nettobilanz und die spezifische Massenbilanz am Kesselwandferner 2010/11 nach Höhenstufen. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1mm entspricht  $1 \text{ kg m}^{-2}$ . Flächen nach Karte 2010. H...Höhenstufe, A...Fläche, B... Bilanz, b...spezifische Bilanz.

### 6.3 Endergebnis

Aus den Werten für die verschiedenen Höhenzonen ergibt sich das vertikale Profil der spezifischen Massenbilanz (Abbildung 13) und die Kennzahlen der Massenbilanz für den Gesamtgletscher (Tabelle 14). Die spezifische Massenbilanz des Haushaltsjahres 2010/11 ist mit -670 mm w.e. deutlich negativer als das Mittel der bisher gemessenen Jahre (-101 mm w.e.). Die Gleichgewichtslinie lag auf 3266 m, und damit über dem Mittel der bisher gemessenen Jahre (3135 m).

Kesselwandferner		
Sc=	0,9588	km <sup>2</sup>
Bc=	95,883	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
bc=	100	mm
Sa=	2,7008	km <sup>2</sup>
Ba=	-2546,586	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
ba=	-943	mm
S=	3,6597	km <sup>2</sup>
B=	-2450,703	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
b=	-670	mm
Sc/S=	0,262	
ELA=	3266	m

Tabelle 14: Kennzahlen der Massenbilanz 2010/11 des Kesselwandfeners

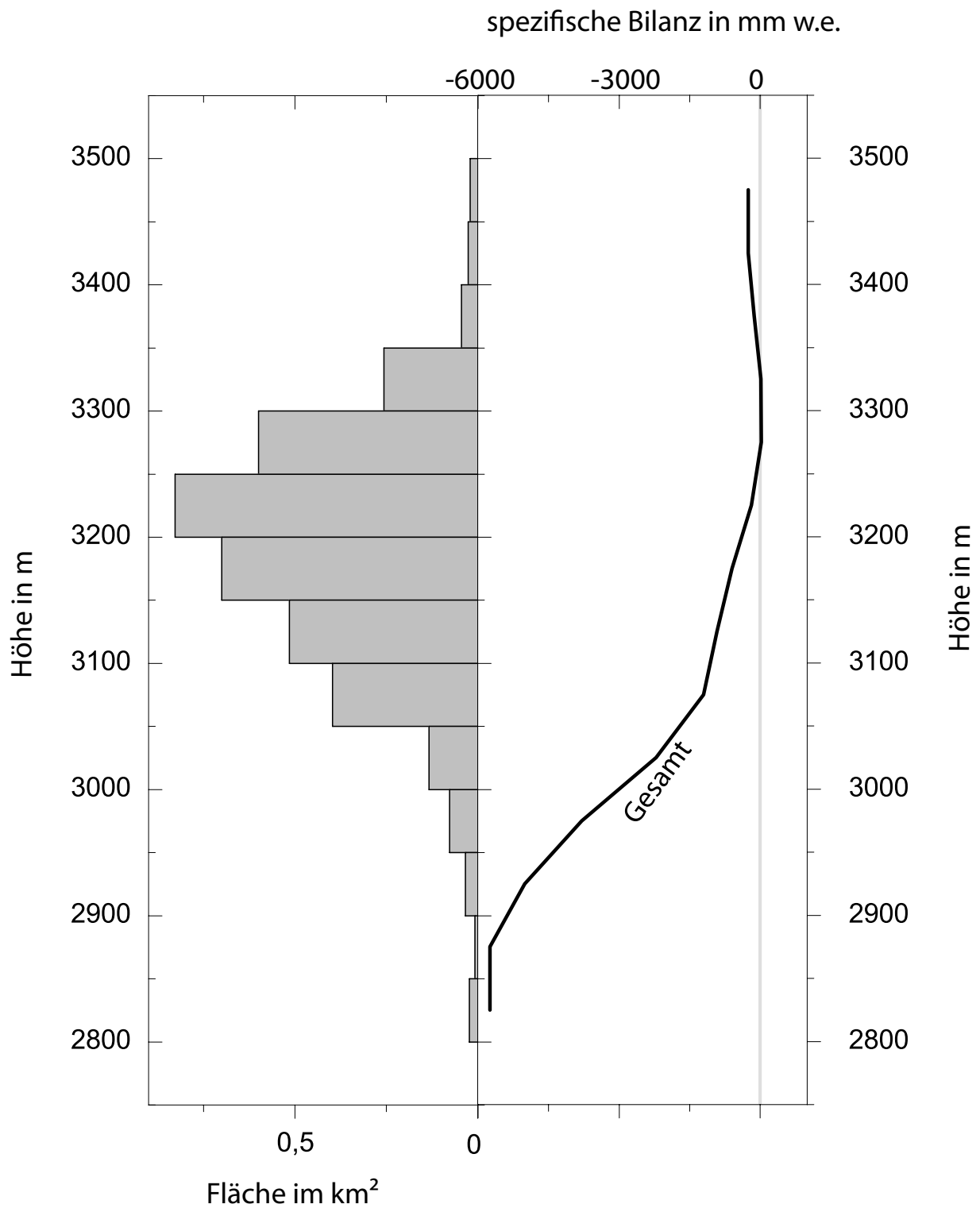


Abbildung 13: Die Verteilung der Flächen des Kesselwandfenners (graue Balken) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz  $b$  (1.10.10 - 30.9.11, schwarze Linie) für 50-m-Höhenstufen.

## **7 Mitarbeiter**

Die Feldarbeiten am Hintereisferner wurden von A. Fischer und Mitarbeitern durchgeführt. Die Analyse und der Bericht stammen von A. Fischer. Die Feldarbeiten am Kesselwandferner wurden von H. Schneider und J. Abermann mit Gehilfen durchgeführt, die Auswertung der Bilanz von A. Fischer.

## 8 Anhang



Abbildung 14: Die Zunge des Hintereisferners (Foto vom 09.05.2011).



Abbildung 15: Ausaperungsstand des Hintereisfeners am 03.08.2011.



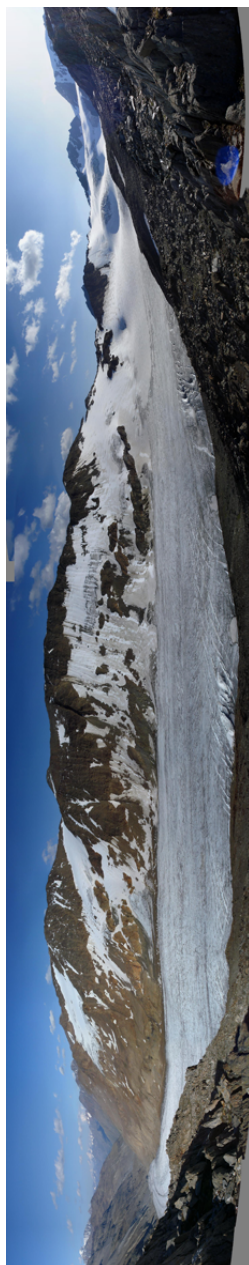


Abbildung 16: Panorama des Hintereisferner von der Station aus am 03.08.2011.



Abbildung 17: Mure an der Zunge des Hintereisferners (Foto vom 23.08.2011).



Abbildung 18: Detail Verbindung Im Hinteren Eis - Hintereisferner (Foto vom 25.08.2011).





Abbildung 19: Verbindung Im Hinteren Eis - Hintereisferner (Foto vom 25.08.2011).



Abbildung 20: Rücklagen am Kesselwandferner (Foto vom 11.09.2011).



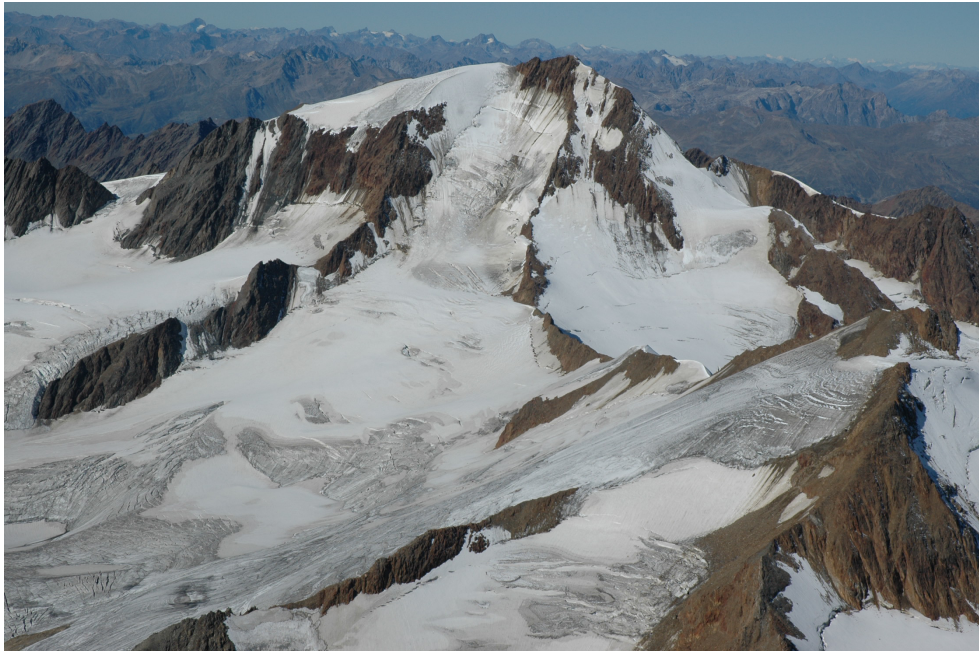


Abbildung 21: Rücklagen am Hintereisferner (Foto vom 11.09.2011).

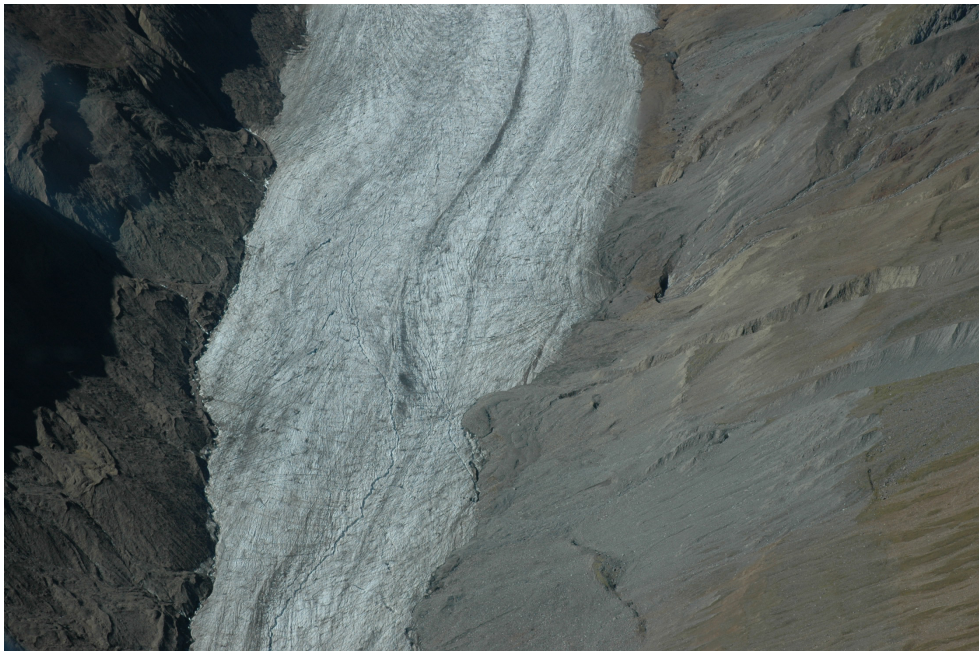


Abbildung 22: Zunge des Hintereisfernens mit Mure (Foto vom 11.09.2011).





Abbildung 23: Hintereisferner (Foto vom 30.09.2011).



Abbildung 24: Auflösung der Zunge des Kesselwandferners (Foto vom 30.09.2011).

## Literatur

- Fischer, A., und G. Markl, 2009: Mass balance measurements on Hintereisferner, Kesselwandferner and Jamtalferner 2003 to 2006: database and results. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, **42(1)**, 47–83.
- Hoinkes, H., 1970: Methoden und Möglichkeiten von Massenhaushaltsstudien auf Gletschern. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, **6**, 37–90.
- Lambrecht, A., und M. Kuhn, 2007: Glacier changes in the Austrian Alps during the last three decades, derived from the new Austrian glacier inventory. *Annals of Glaciology*, **46**, 177–184.