

JAMTALFERNER

MASSENHAUSHALT 2012/2013



Jahresbericht des Vereines Gletscher-Klima
www.gletscher-klima.at

DR. ANDREA FISCHER

17.12.2013

Verein Gletscher - Klima



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

Tel.: +43(0)5125084251

Fax.: +43(0)5125084205

Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Feldarbeiten und Analyseergebnissen der Massenbilanzmessungen aus dem hydrologischen Jahr 2012/2013.

Inhaltsverzeichnis

2	Das Untersuchungsgebiet	2
3	Methoden	5
3.1	Massenhaushalt	5
3.2	Klima	6
4	Witterungsverlauf 2012/2013	8
4.1	Der Winter 2012/2013	10
4.2	Der Sommer 2013	10
5	Der Massenhaushalt des Jamtalferners 2012/2013	14
5.1	Die Winterbilanz des Jamtalferners 2012/2013	14
5.2	Die Jahresbilanz des Jamtalferners 2012/2013	16
5.2.1	Messwerte	16
5.2.2	Auswertung	18
5.2.3	Ergebnisse	20
6	Team	24
7	Anhang	25

2 Das Untersuchungsgebiet

Der Jamtalferner entwässert über das Jamtal in die Trisanna im Einzugsgebiet des Inn. Mit einer Fläche von 3,31 km² (Stand 2008) hat er an der gesamten vergletscherten Fläche des Jamtals einen Anteil von rund 50 %. Weitere topographische Daten sind in Tabelle 1 angeführt.

Die Abbildung 2 zeigt eine Karte des Jamtalferners, Abbildung 1 das Orthofoto aus dem Jahr 2002. Der Jamtalferner hat eine kurze Zunge im Höhenbereich von etwa 2400 bis 2600 m. Bis knapp 2800 m Höhe folgt ein weites, zusammenhängendes Becken, das sich mit kurzen Steilstufen in mehrere Mulden in Kammnähe, rund 3000 m Höhe, erstreckt.

Fläche im Jahr	1969	4,13	km ²
	2008	3,31	km ²
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt		2430	m
Gletscherlänge	2008	2,3	km
Exposition:			
Akkumulationsgebiet	Nord, teilweise West		
Ablationsgebiet	Nord		

Tabelle 1: Topographische Kennzahlen des Jamtalferners.

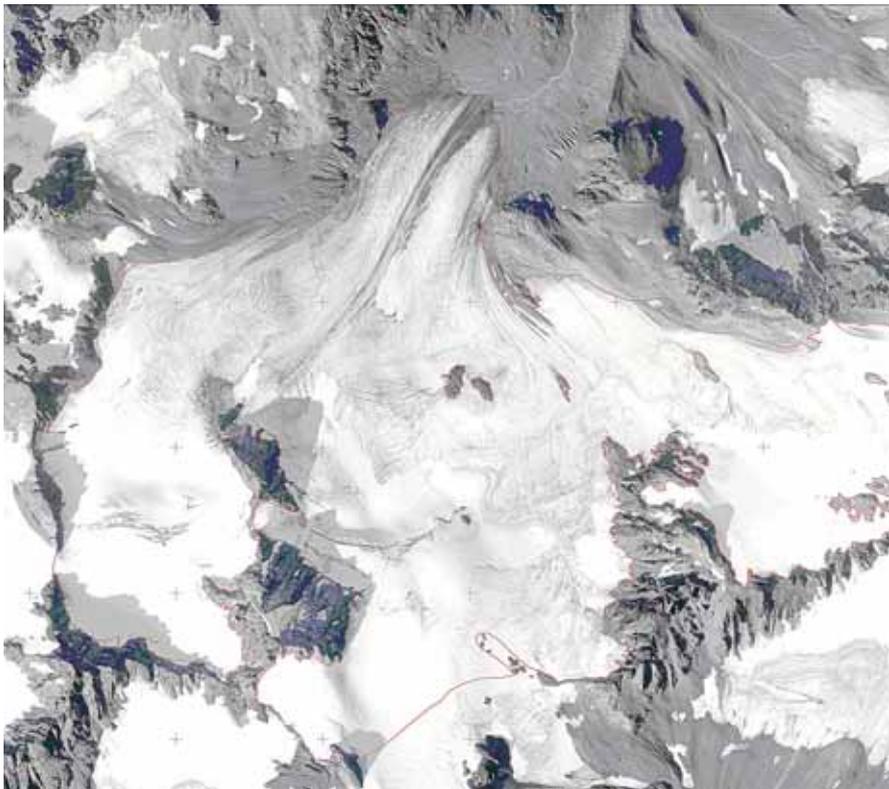


Abbildung 1: Orthofoto 2002 aus dem Gletscherinventar.

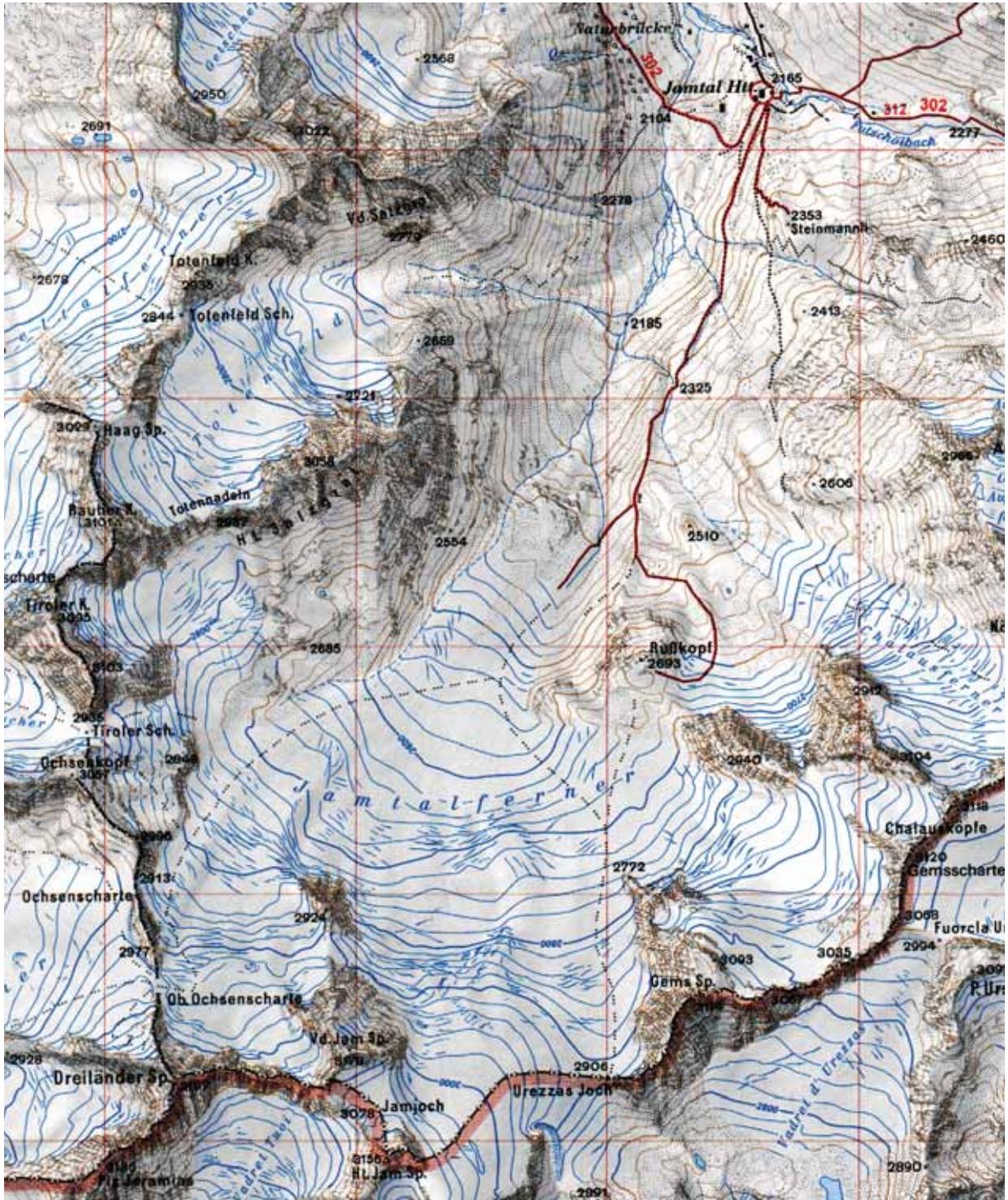


Abbildung 2: Karte des Jamtalferners, AV-Karte 1 : 25.000 (Ausgabe 1999, Gletscherstand 1991).

3 Methoden

3.1 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 Jamtalferner sind in Abbildung 3 dargestellt. Der Messung des Massenhaushaltes wird wie in Hoinkes (1970) beschrieben durchgeführt. Details zur digitalen Auswertung wurden von Fischer und Markl (2009) beschrieben.

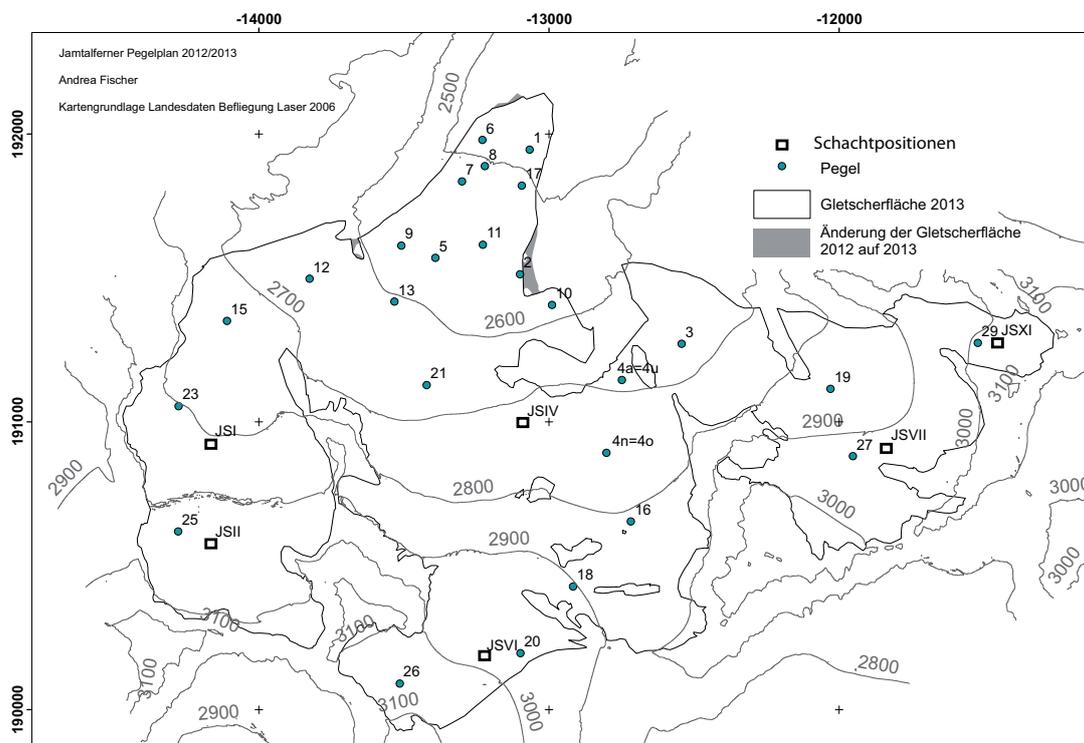


Abbildung 3: Messstellen am Jamtalferner im Haushaltsjahr 2012/2013.

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_s als Differenz zwischen spezifischer Massenbilanz b und spezifischer Winterbilanz b_{wi} berechnet.

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

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

$$B_s = b_s \cdot S \quad (8)$$

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

3.2 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 vom Mai bis September. Damit nähert man sich den mittleren

tatsächlichen Akkumulations- und Ablationszeiten bestmöglich an. Die folgenden Angaben zu den mittleren Monatswerten der Lufttemperatur basieren auf Messwerten der TAWES Station Galtür (1648 m) der Regionalstelle für Tirol und Vorarlberg der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Die Niederschlagsdaten aus Handmessung werden vom Hydrographischen Dienst der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Tiroler Landesregierung zur Verfügung gestellt. Die Stationen in Galtür befindet sich ca 5,5 km nördlich des Gletscherendes.

4 Witterungsverlauf 2012/2013

An der Station Galtür lag die Mitteltemperatur des hydrologische Jahres 1.10.2012 - 30.9.2013 mit 3,1 °C um 0,5 °C über dem langjährigen Mittel 1951 - 2000. Der Niederschlag von 1018 mm lag im Bereich des langjährigen Mittelwertes von 1013 mm. Für die Zusammenstellung wurden die Lufttemperaturen der TAWES Station der ZAMG verwendet. Der Niederschlag wurde für die Monate Oktober bis Mai aus den Handmessungen des Niederschlages des Hydrographischen Dienstes der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Tiroler Landesregierung berechnet, für die weiteren Monate waren nur die Daten der automatisierten Erfassung verfügbar. Die Temperatur- und Niederschlagsdaten der Station Galtür sind in Tabelle 2 zusammengefasst, die Abweichungen vom langjährigen Mittel sind zusätzlich in Abbildung 4 dargestellt. Beim Vergleich mit langjährigen Mittelwerten muss man beachten, dass die Klimastation Galtür 1974 und 1987 verlegt wurde und heute ca. 50 m über dem Talboden liegt.

Am Regenschirm Jamtalferner Zunge wurden von 19.09.2012 bis 20.09.2013 ein Niederschlag von 1520 mm gemessen (Tabelle 3).

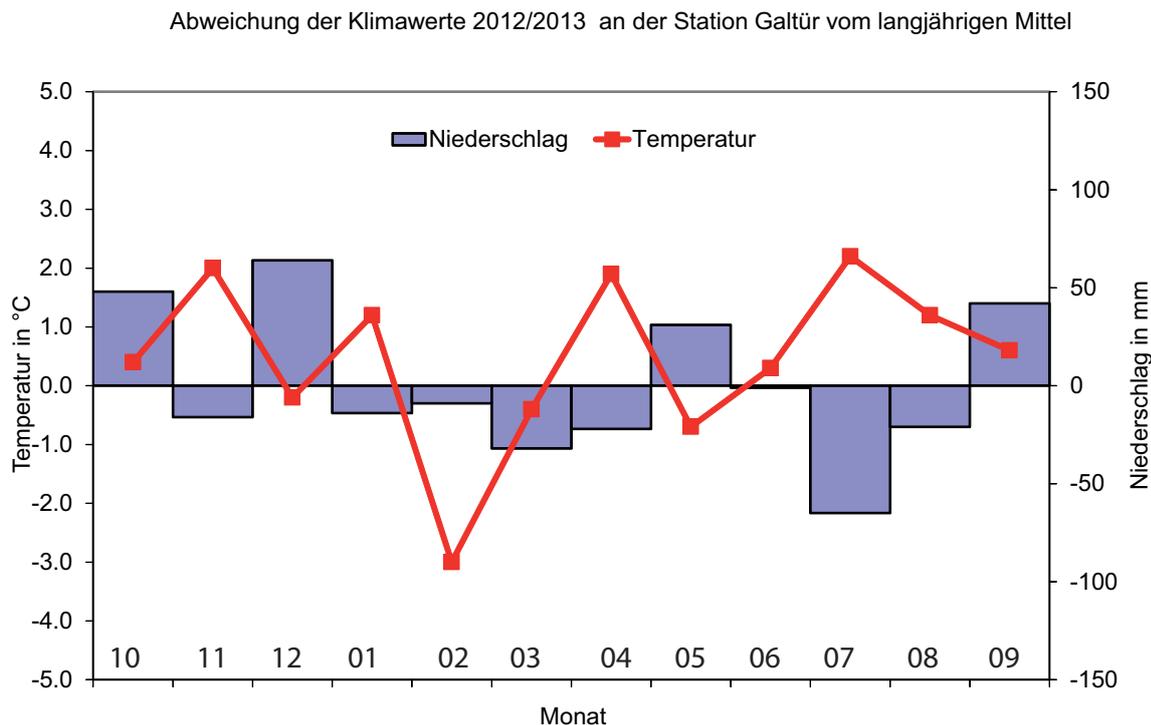


Abbildung 4: Abweichung der Klimawerte der Temperatur (T) und des Niederschlags (N) für das Jahr 2012/2013 an der Station Galtür vom langjährigen Mittel 1951-2000.

Monat	T	T	ΔT	N	N	ΔN
	°C	°C	°C	mm	mm	mm
	2012/13	1951 - 2000		2012/13	1951 - 2000	
Oktober	4,3	3,9	0,4	108 *	60	48
November	0,3	-1,7	2,0	48 *	64	-16
Dezember	-5,0	-4,8	-0,2	126 *	62	64
Januar	-4,7	-5,9	1,2	52 *	66	-14
Februar	-8,4	-5,4	-3,0	48 *	57	-9
März	-2,6	-2,2	-0,4	28 *	60	-32
April	3,2	1,3	1,9	32 *	54	-22
Winter	-1,8	-2,1	0,3	442	423	19
Mai	5,6	6,3	-0,7	112 *	81	31
Juni	9,8	9,5	0,3	122	123	-1
Juli	13,8	11,6	2,2	82	147	-65
August	12,4	11,2	1,2	121	142	-21
September	8,8	8,2	0,6	139	97	42
Sommer	10,1	9,4	0,7	576	590	-14
hydrolog. Jahr	3,1	2,7	0,5	1018	1013	5

Tabelle 2: Klimadaten 2012/2013 an der Station Galtür der ZAMG in 1648 m Seehöhe. T...Temperatur, N...Niederschlag aus Handmessung (Quelle: ZAMG; Werte mit *: Hydrographischer Dienst), Δ ...Abweichung vom Mittel.

Ablesung Datum	Stand alt cm	Stand neu cm	Niederschlag mm
19.09.2012		48,2	
14.04.2013	28,9		733,4
03.07.2013	18,6	38,7	391,4
14.08.2013	35,2		133,0
20.09.2013	28,3		262,2
		Summe	1520,0

Tabelle 3: Ablesungen des Regenmessers an der Zunge des Jamtalferners.

4.1 Der Winter 2012/2013

Die Lufttemperatur des Winters 2012/2013 (Oktober - April) lag mit $-1,8^{\circ}\text{C}$ etwa im Mittelwert 1951-2000 ($-2,1^{\circ}\text{C}$). Deutlich zu warm waren die Monate November, Januar und April. Deutlich unter dem langjährigen Mittel waren die Temperaturen im Februar.

Die Niederschlagsmenge lag mit 442 mm etwas über dem langjährigen Mittel von 423 mm. In nur zwei Monaten, Oktober und Dezember, wurden überdurchschnittliche Niederschläge gemessen. Beim Regenmesser Jamtalferner Zunge wurde im Zeitraum von 19.09.2012 bis 14.04.2013 733 mm Niederschlag gemessen.

4.2 Der Sommer 2013

Die Mitteltemperatur des Sommers 2013 (Mai bis September) betrug $10,1^{\circ}\text{C}$ und lag damit um $0,7^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittel 1951-2000. Alle Monate bis auf den Mai lagen über dem langjährigen Mittel, besonders deutlich der Juli ($+2,2^{\circ}\text{C}$). Mit 576 mm lag der Sommerniederschlag etwa im Bereich des langjährigen Mittels von 590 mm. Beim Regenmesser Jamtalferner Zunge wurde im Zeitraum 14.04.2013 - 20.09.2013 eine Niederschlagssumme von 787 mm gemessen.

Im Sommer 2012 aperte der Jamtalferner deutlich weniger stark aus als in den vergangenen Jahren. Zudem war die Schmelzperiode deutlich kürzer, erst im Juli kam es zur Ausaperung von Eis. Grund für die geringe Schmelze waren Sommerschneefälle im Mai und Juni. Die maximale Ausaperung wurde bereits Mitte August erreicht. Seit Mitte August gab es immer wieder Schneefälle bis zur Zunge. Das endgültige Ende des Haushaltsjahres dürfte ein markantes Schneefallereignis am 11. Oktober dargestellt haben, das den gesamten Ostalpenraum betroffen hat.

In den Abbildungen 5 bis 7 ist der Rückgang der Schneebedeckung während des Sommers dargestellt.

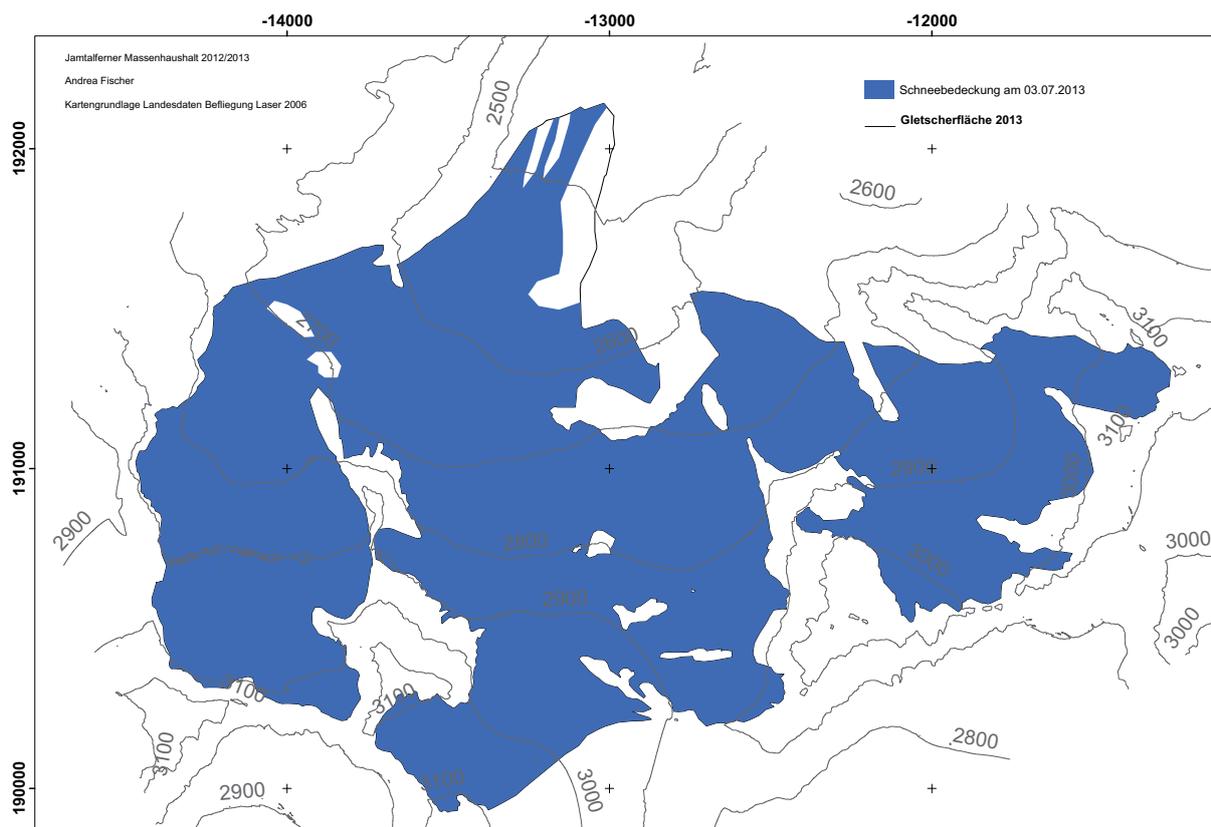


Abbildung 5: Schneebedeckung des Jamtalferners am 03.07.2013. Farbige Flächen sind Flächen mit Altschnee.

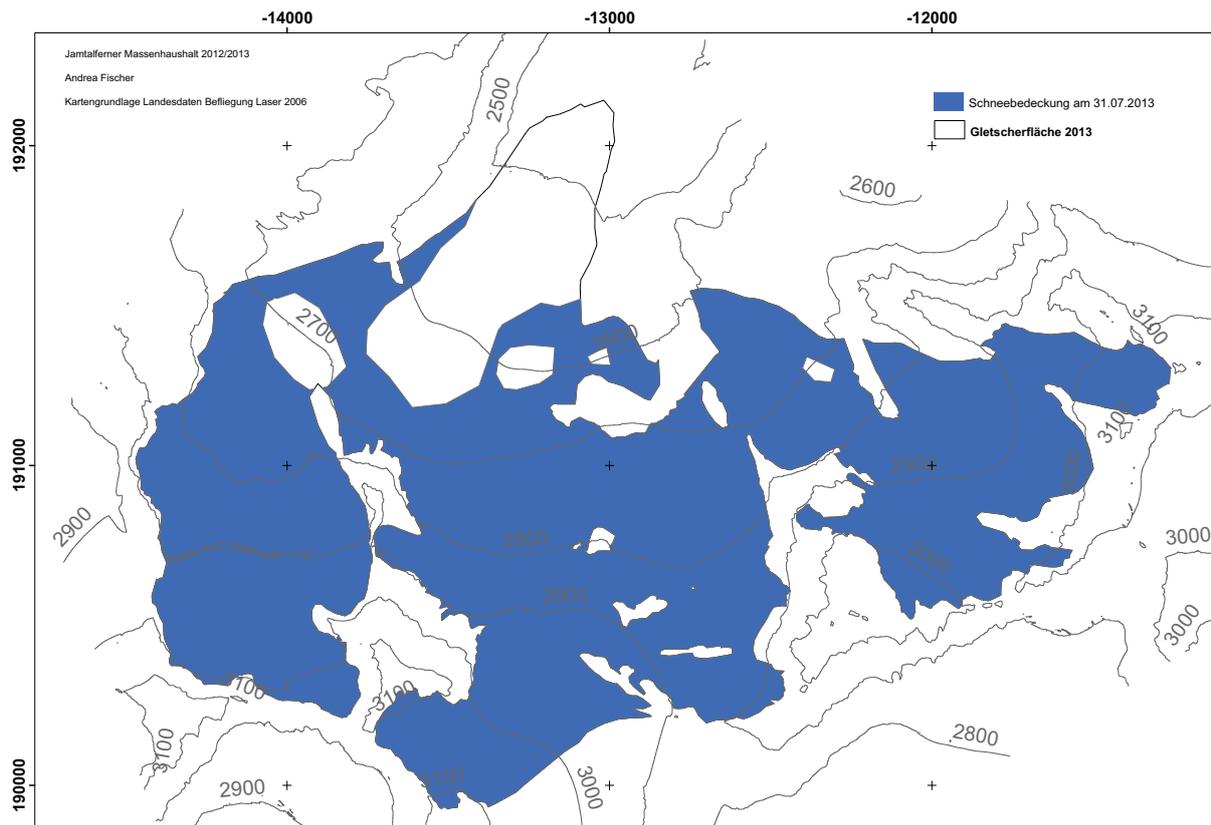


Abbildung 6: Schneebedeckung des Jamtalferners am 31.07.2013 Der Gletscher ist Ende Juli immer noch deutlich weniger stark ausgeapert als in vorangegangenen Jahren. Die Kartierung umfasst nur die begangenen bzw. bei der Begehung sichtbaren Teile des Gletschers.

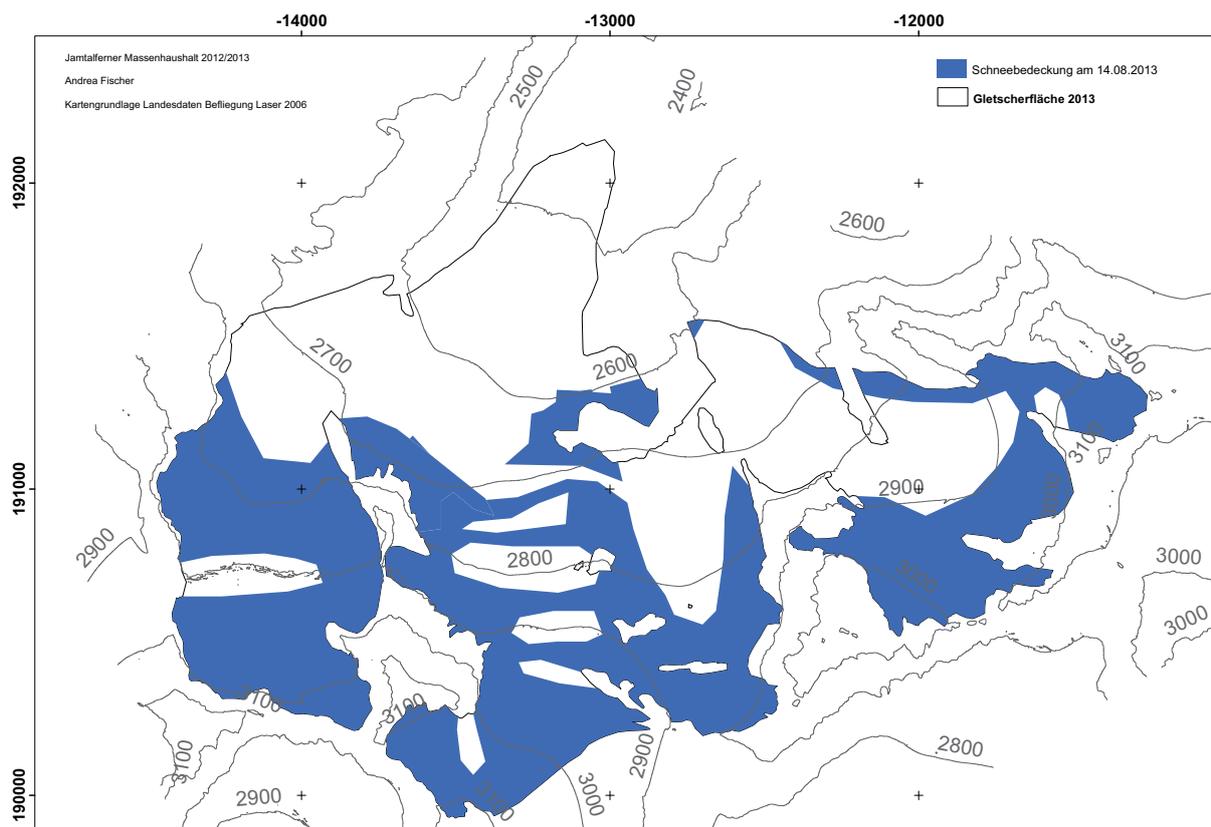


Abbildung 7: Schneebedeckung des Jamtalferners zum Zeitpunkt der maximalen Ausaperung am 14.08.2013. Farbige Flächen sind Flächen mit Altschnee.

5 Der Massenhaushalt des Jamtalferners 2012/2013

Die zur Bestimmung des Massenhaushalts nötigen Feldarbeiten und Kontrollmessungen wurden an den in Tabelle 4 angeführten Tagen durchgeführt. Am 03. und 04. 07.2013 wurden 4 Ablationspegel in den höchsten Höhenstufen zusätzlich gesetzt. Allerdings gab deren Auswertung keine überraschenden Ergebnisse.

von	bis
18.09.2012	19.09.2012
30.04.2013	01.05.2013
03.07.2013	04.07.2013
17.07.2013	
23.07.2013	
14.08.2013	
19.09.2013	20.09.2013

Tabelle 4: Feldmessungen am Jamtalferner im Haushaltsjahr 2012/2013.

5.1 Die Winterbilanz des Jamtalferners 2012/2013

Von 30.04. bis 01.05.2013 wurde, noch vor Auftragsvergabe, eine Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Da die Gletscheroberfläche im Vorjahr vollständig ausgeapert und die Winterschneedecke keine Eislinsen aufwies, dienten die Schächte nicht zur Bestimmung des Horizonts, sondern nur zur Bestimmung der Dichte. Es wurde daher nur ein Schacht gegraben. Zwischen den Schächten und im Zungenbereich des Gletschers wurde die Schneetiefe an 114 Stellen sondiert. Abbildung 8 gibt die Lage der Messpunkte und die Messwerte wieder. Tabelle 5 zeigt Tiefe und Dichte sowie den Wasserwert des gegrabenen Schachtes.

Schacht	Höhe in m	Schneehöhe in mm	WW in mm	Dichte in gcm^{-3}
JSII	2942	3330	1434	0,436

Tabelle 5: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom 01.05.2013 am Jamtalferner

Die Summe dieser Werte über die Höhenstufen ergibt einen Wasserwert von $B_{wi} = 3,688 \cdot 10^6 \text{m}^3$ für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer

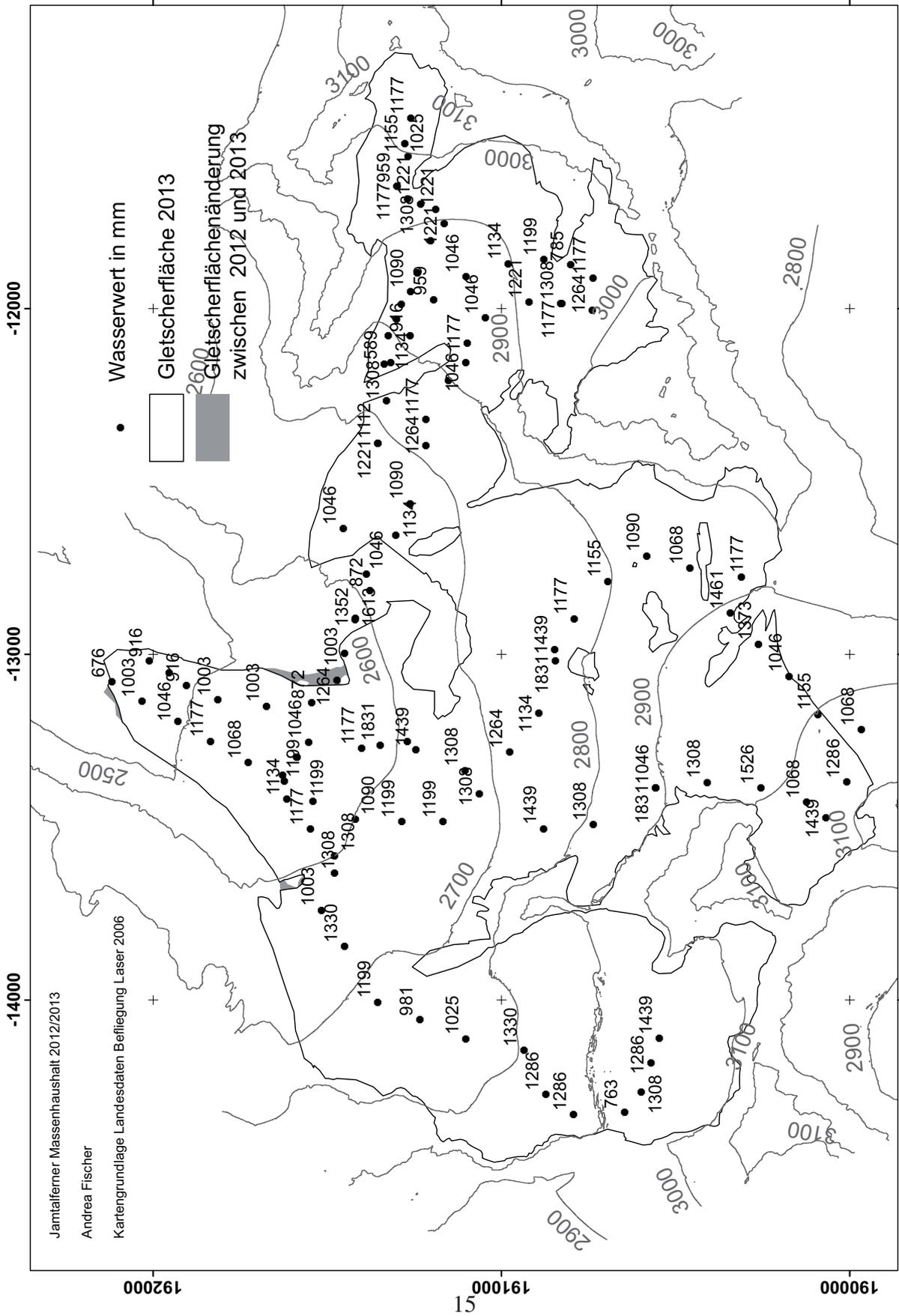


Abbildung 8: Messstellen mit Wasserwert der Schneedecke Ende April 2013.

mittleren spezifischen Winterbilanz von $b_{wi} = 1188$ mm WW. Die Winterbilanz des Jamtalferners aufgeteilt nach Höhenstufen ist in Tabelle 6 zusammengefasst.

Höhenstufe	Fläche	Anzahl Sondierungen	Schneehöhe	Wasserwert	Bilanz
m	m ²		cm	mm WW	m ³ Wasser
3200 - 3100	4385	0	200	872	3824
3100 - 3000	222532	7	274	1193	265430
3000 - 2900	701562	24	276	1204	844996
2900 - 2800	671253	24	267	1165	782273
2800 - 2700	660200	14	283	1233	814196
2700 - 2600	496768	18	270	1176	584193
2600 - 2500	286777	21	269	1174	336700
2500 - 2400	62229	4	210	916	56977
Summe	3105706			1188	3688590

Tabelle 6: Winterbilanz 2012/2013.

5.2 Die Jahresbilanz des Jamtalferners 2012/2013

5.2.1 Messwerte

Die Ablationsbeträge des Haushaltsjahres 2012/2013 an den Pegeln sind in Tabelle 7 angeführt. Im Herbst 2012 waren an den Schächten keine Rücklagen vorhanden. Abbildung 9 zeigt den zeitlichen Verlauf der Ablation an ausgewählten Pegeln im Jahre 2013.

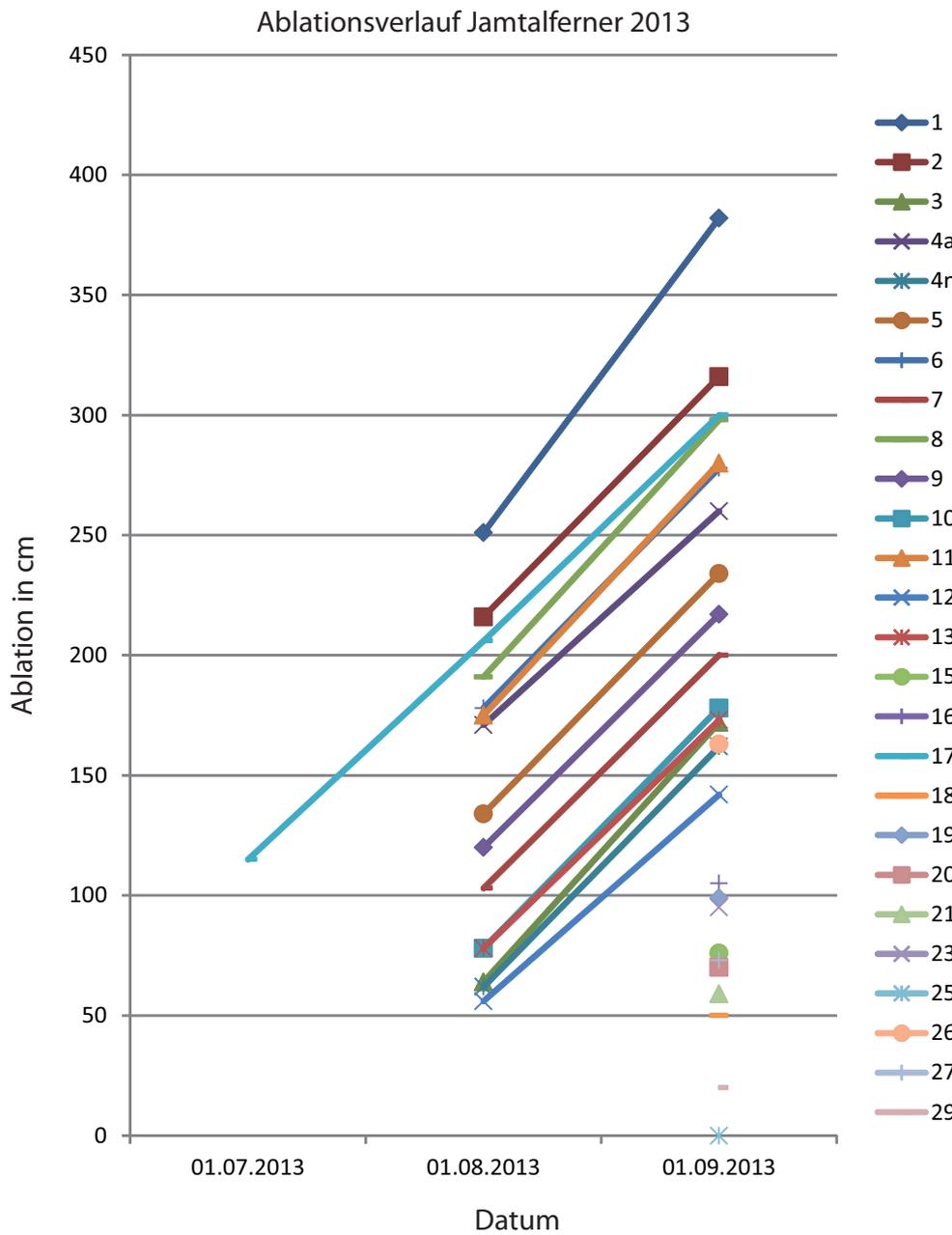


Abbildung 9: Zeitlicher Verlauf der Ablation 2013 in cm Eis an den Pegeln.

Pegel	WW in cm	Pegel	WW in cm
4a	-227	15	-56
4n	-137	16	-83
5	-202	17	-267
6	-238	18	-33
7	-177	19	-77
8	-262	20	-51
9	-189	21	-44
10	-151	23	-74
11	-246	25	12
12	-117	26	-135
13	-147	27	-54
		29	-6

Tabelle 7: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln am Jamtalferner vom 01.10.2012 bis 30.09.2013.

5.2.2 Auswertung

Aus den Messwerten an den Pegeln wurde die Massenbilanzkarte des Jamtalfernens interpoliert (Abbildung 10), die die Flächen gleicher Massenbilanz wiedergibt. Die für die einzelnen Höhenzonen aus dieser Karte berechneten Haushaltswerte sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Zone	Fläche	B	b	b_S	b_W
	km^2	10^3m^3	mm w.e.	mm w.e.	mm w.e.
3100 - 3200	0.004	0.5	116	-756	872
3000 - 3100	0.223	-22.1	-99	-1292	1193
2900 - 3000	0.702	-4.8	-7	-1211	1204
2800 - 2900	0.671	-167.8	-250	-1415	1165
2700 - 2800	0.660	-340.5	-516	-1749	1233
2600 - 2700	0.496	-422.9	-853	-2029	1176
2500 - 2600	0.280	-535.1	-1911	-3085	1174
2400 - 2500	0.061	-154.0	-2523	-3439	916

Tabelle 8: Die spezifische Massenbilanz am Jamtalferner 2012/2013 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m^{-2} . Die Flächen wurden nach neuer Kartierung 2013 abgeleitet.

5.2.3 Ergebnisse

Die spezifische Massenbilanz des Haushaltsjahres 2012/2013 ist mit -532 mm WW deutlich weniger negativ als in den Vorjahren. Die Gleichgewichtslinie lag auf einer Höhe von 3096 m. Die langjährigen Mittel und die bisher gemessenen Jahreswerte der Kennzahlen der Massenbilanz sind in Tabelle 10 angeführt.

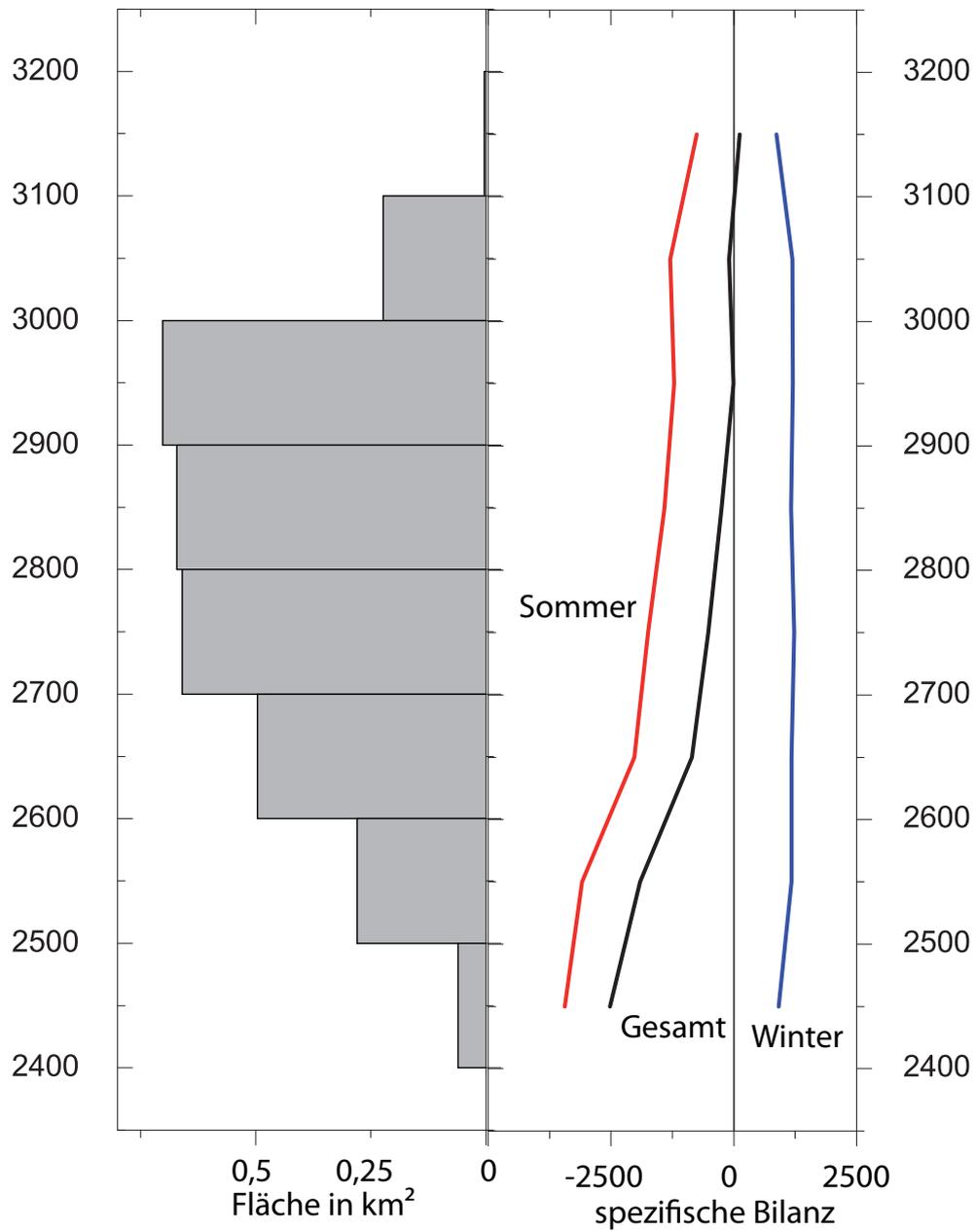


Abbildung 11: Die Verteilung der Flächen des Jamtalferners (Balken) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (01.10.12 - 30.09.13, schwarze Linie), der Winterbilanz b_{wi} (01.10.2012 - 30.04.2013, blaue Linie) und der Sommerbilanz b_s (01.05. - 30.09.2013, rote Linie) für 100-m-Höhenstufen.

$S_c =$	0.906	km^2	
$B_c =$	147.7	10^3m^3	
$b_c =$	163	mm	WW
$S_a =$	2.191	km^2	
$B_a =$	-1794.4	10^3m^3	
$b_a =$	-819	mm	WW
$S =$	3.097	km^2	
$B =$	-1646.7	10^3m^3	
$b =$	-532	mm	WW
b_{wi}	1188	mm	WW
b_{so}	-1720	mm	WW
$S_c/S =$	0.292		
ELA	3096	m	

Tabelle 9: Kennzahlen der Massenbilanz 2012/2013 des Jamtalferners.

Jahr	S	B	b	b_s	b_{wi}	ELA	S_c/S
	km^2	$10^6 m^3$	mm WW	mm WW	mm WW	m	
1988/89	3,85	-1,70	-441	-1492	1051	2870	0,340
1989/90	3,85	-1,64	-426	-1583	1157	2900	0,320
1990/91	3,85	-5,54	-1440	-2220	780	****	0,100
1991/92	3,85	-4,74	-1232	-2680	1448	****	0,070
1992/93	3,85	-1,43	-372	-1650	1278	2860	0,440
1993/94	3,85	-3,18	-827	-2120	1293	****	0,180
1994/95	3,80	-0,55	-145	-1590	1445	2820	0,630
1995/96	3,79	-2,09	-552	-1150	598	2900	0,340
1996/97	3,79	-0,82	-217	-1620	1403	2800	0,560
1997/98	3,78	-4,99	-1320	-2340	1020	****	0,090
1998/99	3,78	-0,97	-257	-1945	1688	2870	0,470
1999/2000	3,68	-0,30	-81	-1631	1550	2765	0,620
2000/01	3,65	-0,23	-62	-1480	1418	2780	0,610
2001/02	3,62	-2,43	-671	-2220	1530	2910	0,280
2002/03	3,46	-7,71	-2229	-3520	1293	****	0,000
2003/04	3,46	-0,79	-228	-1560	1330	2870	0,400
2004/05	3,54	-3,45	-975	-1825	850	****	0,150
2005/06	3,48	-4,49	-1290	-2430	1030	****	0,083
2006/07	3,43	-4,94	-1439	-2230	790	****	0,060
2007/08	3,31	-3,25	-981	-2461	1480	****	0,085
2008/09	3,25	-3,10	-953	-2301	1348	3113	0,098
2009/10	3,17	-3,22	-1014	-1998	984	****	0,016
2010/11	3,17	-4,55	-1434	-2374	940	****	0,088
2011/12	3,11	-3,57	-1149	-2845	1696	****	0,072
2012/13	3,10	-1,65	-532	-1720	1188	3096	0,292
Mittel	3,60	-2,90	-822	-2053	1225	2872	0,254

Tabelle 10: Vergleich der Kennzahlen des Massenhaushalts seit 1988/89. S...Fläche, B...Bilanz, b...spezifische Bilanz, b_s ...spezifische Sommerbilanz, b_{wi} ...spezifische Winterbilanz, ELA... Höhe der Gleichgewichtslinie, S_c/S ...Flächenverhältnis, ****...Gleichgewichtslinie über Gipfelniveau.

6 Team

Die Feldarbeiten wurden von PD. Dr. Andrea Fischer, Mag. Lea Hartl, Markus Emprechtlinger und Stefan Scheiblauer durchgeführt. Die Analyse und der Bericht stammen von PD. Dr. Andrea Fischer. Für die Überlassung von Klimadaten wird Mag. Josef Lang von der Klimaabteilung der ZAMG gedankt. Die Niederschlagswerte aus Handmessungen wurden vom Hydrographischen Dienst zur Verfügung gestellt.

7 Anhang



Abbildung 12: Die Winterbegehung wurde 2013 genau zum Ende des Haushaltsjahres bei passend winterlichen Bedingungen durchgeführt.



Abbildung 13: Am 03.07 wurden die höchsten Ablationspegel gebohrt, der Jamtalferner präsentierte sich winterlich (Foto:Fischer).



Abbildung 14: Auch am 17.07. 2013 waren nur kleine Bereiche der Zunge des Jamtalferners schneefrei(Foto:Fischer).



Abbildung 15: Am 23.07. 2013 waren nur kleine Bereiche der Zunge des Jamtalferners schneefrei (Foto:Fischer).



Abbildung 16: Der 14.08.2013 war der Tag mit der maximalen Ausaperung (Foto:Fischer).



Abbildung 17: Maximale Ausaperung in Gletschermitte am 14.08.2013 (Foto:Fischer).



Abbildung 18: Maximale Ausaperung im orographisch linken Teil des Jamtalferners am 14.08.2013 (Foto:Fischer).



Abbildung 19: Zur Herbstgehung lag eine durchgehende Schneedecke - Blick zur Zunge des Jamtalferners am 20.09.2013 (Foto:Fischer).



Abbildung 20: Tiefster Schacht des Jamtalferners am 20.09.2013(Foto:Hartl).

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.