

JAMTALFERNER

MASSENHAUSHALT 2011/2012



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

DR.ANDREA FISCHER

03.05.2013

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 2011/2012.

Inhaltsverzeichnis

2	Das Untersuchungsgebiet	2
3	Methoden	5
3.1	Massenhaushalt	5
3.2	Klima	6
4	Witterungsverlauf 2011/2012	8
4.1	Der Winter 2011/2012	10
4.2	Der Sommer 2012	10
5	Der Massenhaushalt des Jamtalferners 2011/2012	15
5.1	Die Winterbilanz des Jamtalferners 2011/2012	15
5.2	Die Jahresbilanz des Jamtalferners 2011/2012	17
5.2.1	Messwerte	17
5.2.2	Auswertung	19
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.

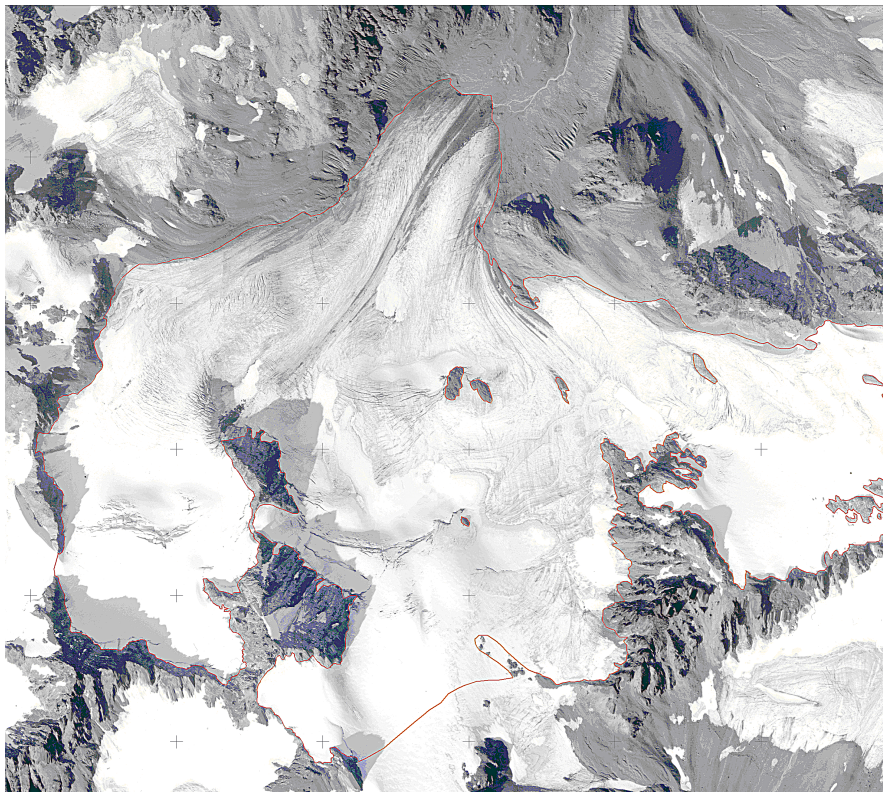


Abbildung 1: Orthofoto 2002 aus dem Gletscherinventar.

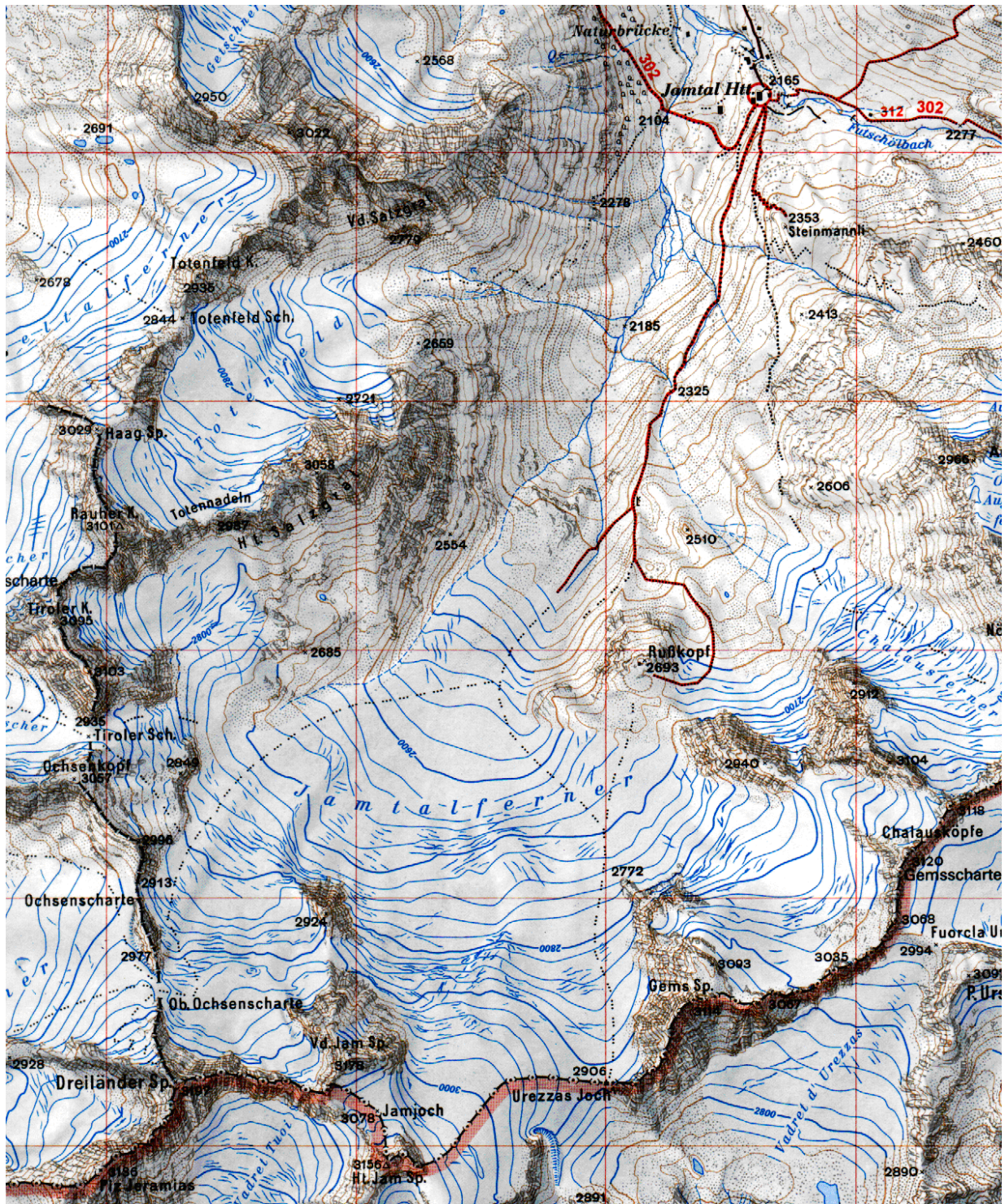


Abbildung 2: Karte des Jamtalferners, AV-Karte 1 : 25.000 (Ausgabe 1999, Gletscherstand 1991).

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.

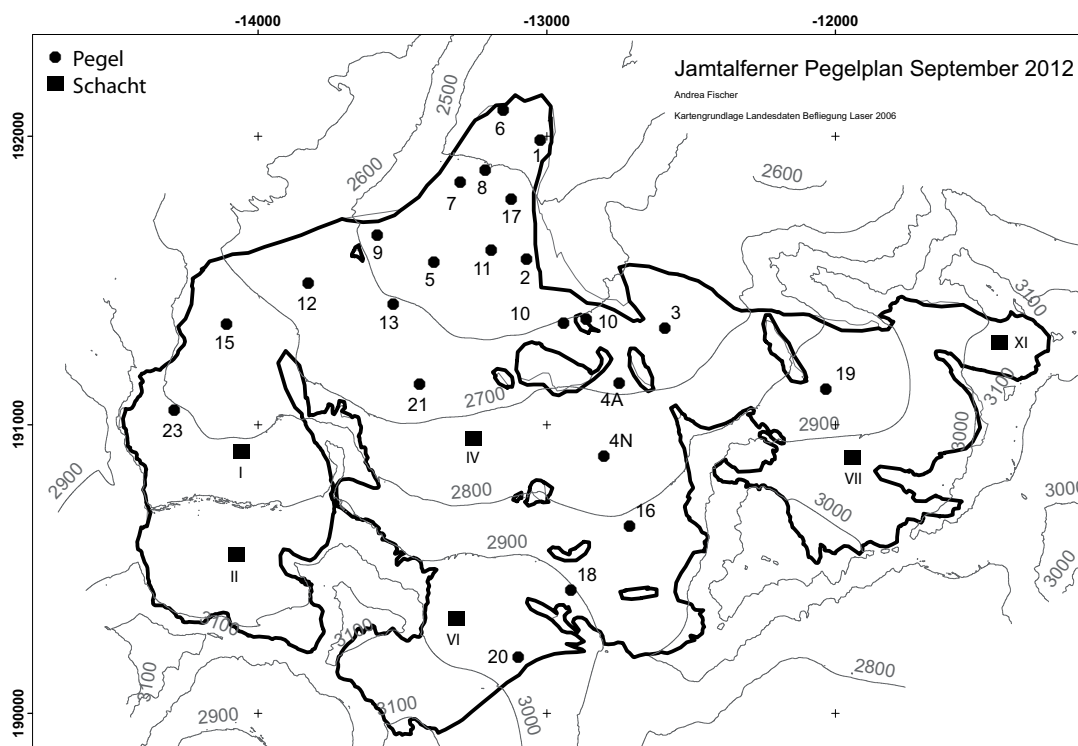


Abbildung 3: Messstellen am Jamtalferner im Haushaltsjahr 2011/2012.

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 2011/2012

An der Station Galtür lag das hydrologische Jahr 1.10.2011 - 30.9.2012 mit einer Mitteltemperatur von 3,6 °C um 0,9 °C über dem langjährigen Mittel 1951 - 2000. Der Niederschlag von 1161 mm lag 148 mm über dem langjährigen Mittelwert von 1013 mm. Für die Zusammenstellung wurden die Lufttemperaturen der TAWES Station der ZAMG und die Handmessungen des Niederschlages des Hydrographischen Dienstes der Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Tiroler Landesregierung verwendet.

Am Regenmesser Jamtalferner Zunge wurden von 23.09.2011 bis 19.09.2012 ein Niederschlag von 1509 mm gemessen (Tabelle 3). 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.

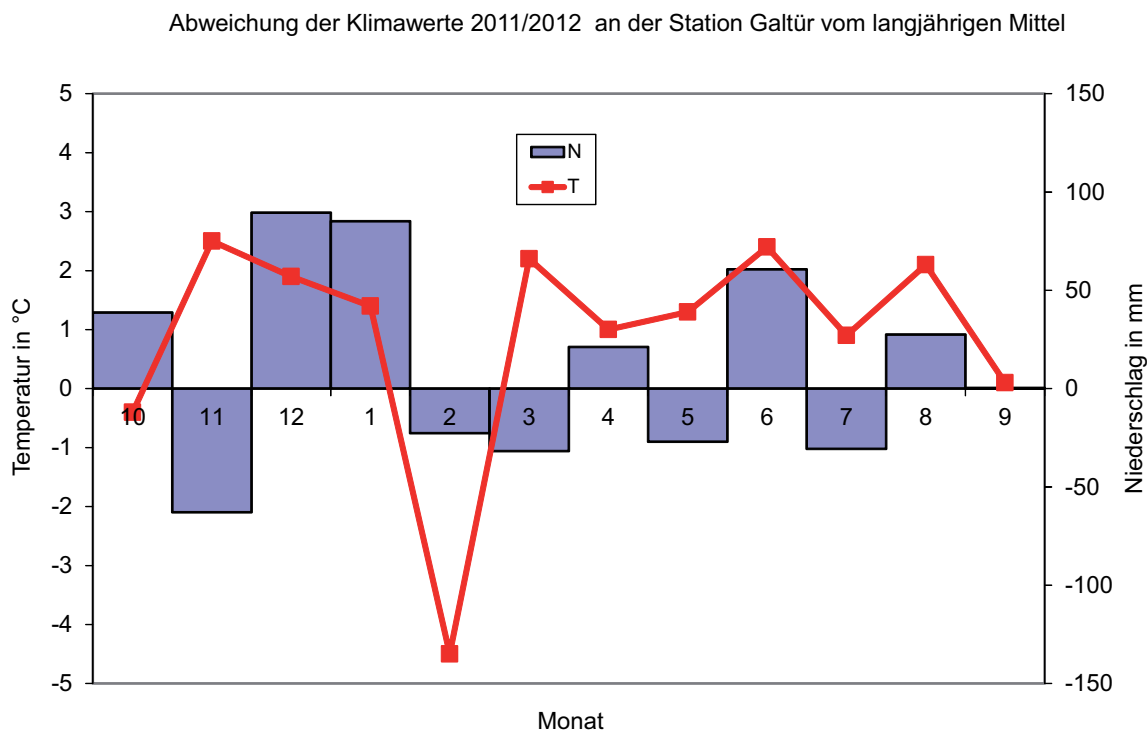


Abbildung 4: Abweichung der Klimawerte der Temperatur (T) und des Niederschlages (N) für das Jahr 2011/2012 an der Station Galtür vom langjährigen Mittel 1951-2000.

	T °C	T °C	T °C	N mm	N mm	N mm
Monat	2011/2012	1951 - 2000	Δ	2011/2012	1951-2000	Δ
Oktober	3,5	3,9	-0,4	99	60	39
November	0,8	-1,7	2,5	1	64	-63
Dezember	-2,9	-4,8	1,9	152	62	90
Januar	-4,5	-5,9	1,4	151	66	85
Februar	-9,9	-5,4	-4,5	34	57	-23
März	0,0	-2,2	2,2	28	60	-32
April	2,3	1,3	1,0	75	54	21
Winter	-1,5	-2,1	0,6	540	423	117
Mai	7,6	6,3	1,3	54	81	-27
Juni	11,9	9,5	2,4	184	123	61
Juli	12,5	11,6	0,9	116	147	-31
August	13,3	11,2	2,1	170	142	28
September	8,3	8,2	0,1	97	97	0
Sommer	10,7	9,4	1,3	621	590	31
Jahr	3,6	2,7	0,9	1161	1013	148

Tabelle 2: Klimadaten 2011/2012 an der Station Galtür der ZAMG in 1648 m Seehöhe. T...Temperatur, N...Niederschlag aus Handmessung (Quelle: Hydrographischer Dienst), Δ...Abweichung vom Mittel.

Zeitraum	Niederschlag in mm
23.09.2011-26.04.2012	684
26.04.2012-26.07.2012	486
26.07.2012-28.08.2012	190
28.08.2012-19.09.2012	148
19.09.2012-14.04.2013	733

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

4.1 Der Winter 2011/2012

Die Lufttemperatur des Winters 2011/2012 (Oktober - April) lag mit $-1,5^{\circ}\text{C}$ um $0,6^{\circ}\text{C}$ über dem Mittelwert 1951-2000 ($-2,1^{\circ}\text{C}$). Deutlich zu warm waren die Monate November, Dezember, Januar, März und April. Deutlich unter dem langjährigen Mittel war die Temperatur des Februars.

Die Niederschlagsmenge lag mit 540 mm deutlich über dem langjährigen Mittel von 423 mm. Unterdurchschnittliche Niederschläge fielen im November, Februar und März, wobei der November extrem trocken war. Beim Regenmesser Jamtalferner Zunge wurde im Zeitraum von 23.09.2011 bis 26.04.2012 684 mm Niederschlag gemessen.

4.2 Der Sommer 2012

Die Mitteltemperatur des Sommers 2012 (Mai bis September) betrug $10,7^{\circ}\text{C}$ und lag damit um $1,3^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittel 1951-2000. Alle Monate lagen über dem langjährigen Mittel, besonders deutlich Juni ($2,4^{\circ}\text{C}$) und August ($2,1^{\circ}\text{C}$). Mit 621 mm lag auch der Sommer-niederschlag deutlich über dem langjährigen Mittel von 590 mm. Beim Regenmesser Jamtalferner Zunge wurde im Zeitraum 26.04.2012 - 19.09.2012 eine Niederschlagssumme von 825 mm gemessen.

Im Sommer 2012 aperte der Jamtalferner wieder stark aus. Besonders auffallend war der Rückgang des Eises auf der orographisch rechten Seite, wo große Flächen eisfrei wurden. Die Ausaperung der Zunge begann im Juli und setzte sich, nur durch geringe Schneefälle verzögert, bis in den Oktober fort. Zum Ende des Haushaltsjahres lag zwar eine geringmächtige Schneedecke, die aber dann wieder bis in große Höhen ausaperte. Das Ende des natürlichen Haushaltsjahres wurde erst durch die Schneefälle Mitte Oktober 2012 herbeigeführt. In den Abbildungen 5 bis 8 ist der Rückgang der Schneebedeckung während des Sommers dargestellt.

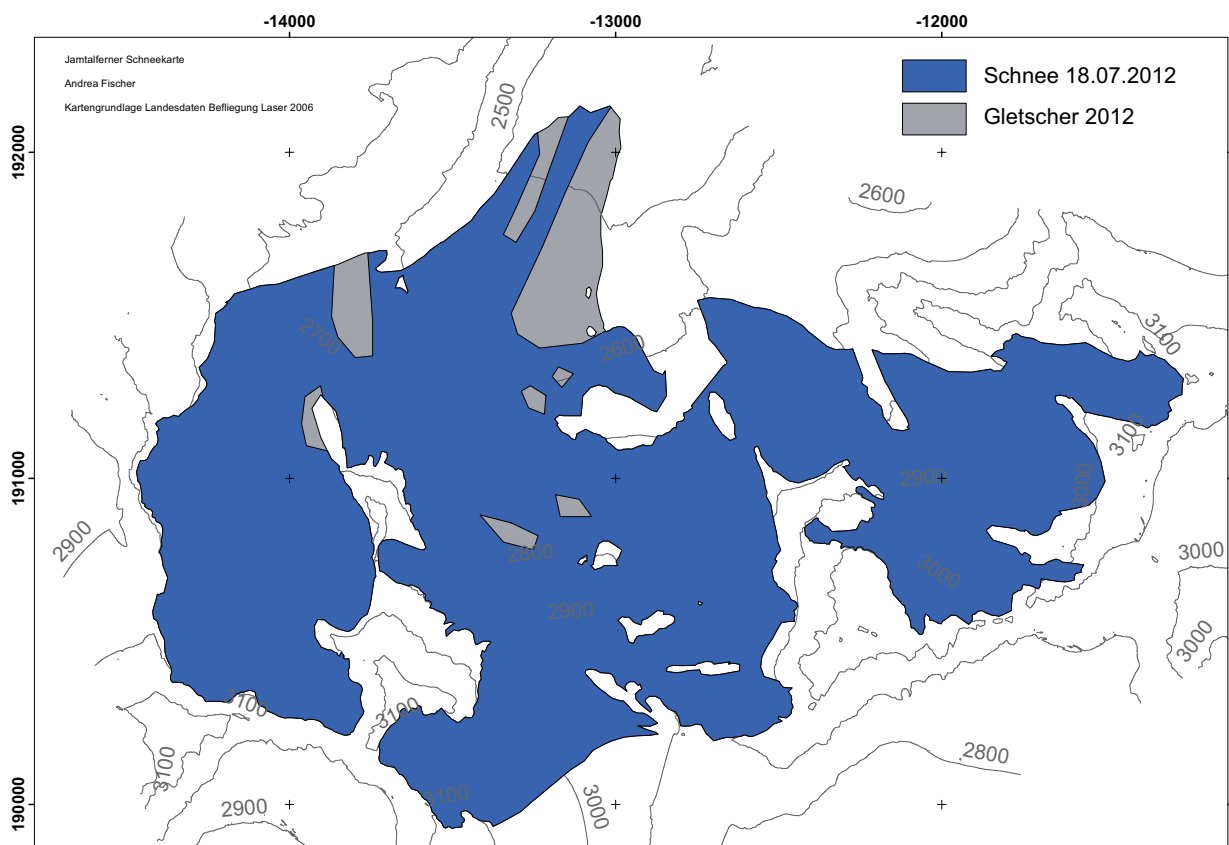


Abbildung 5: Schneebedeckung des Jamtalferners am 18.07.2012. Farbige Flächen sind Flächen mit Altschnee.

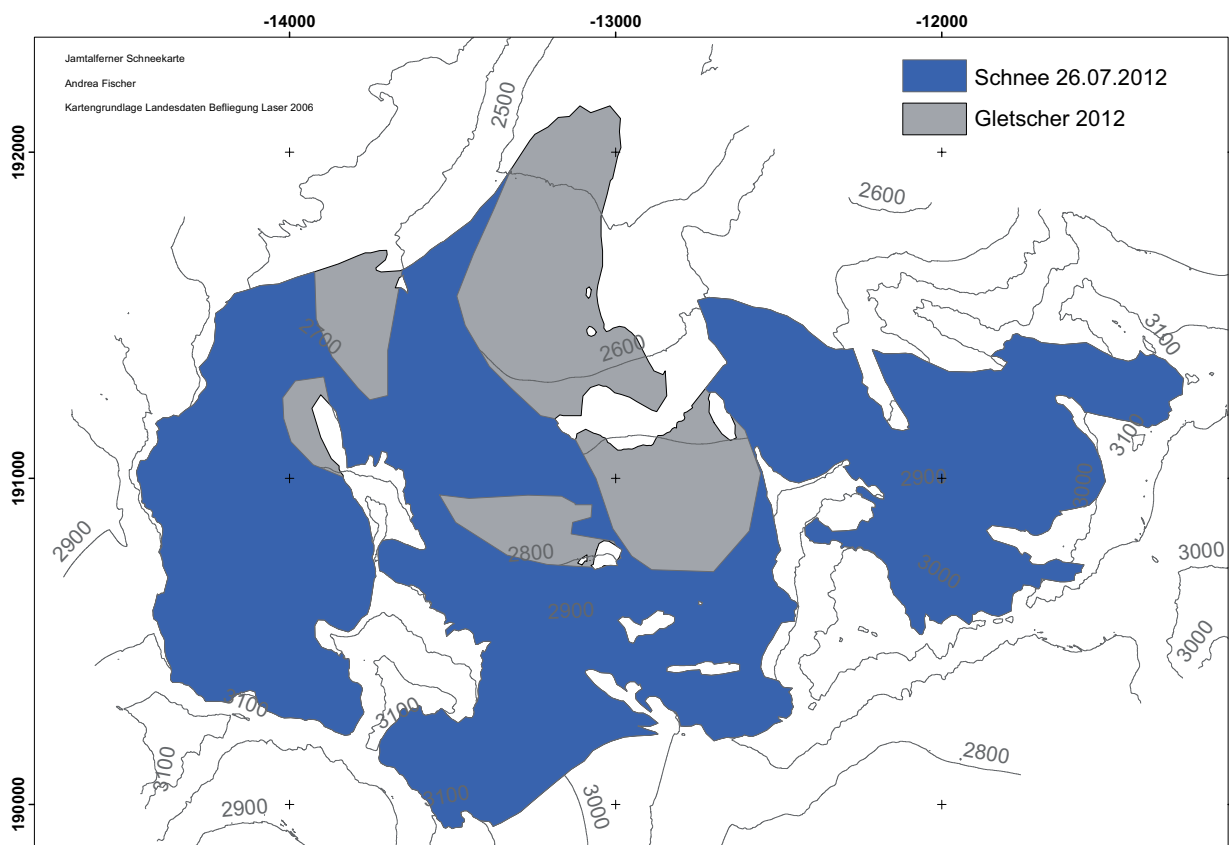


Abbildung 6: Schneebedeckung des Jamtalferners am 26.07.2012. Farbige Flächen sind Flächen mit Altschnee.

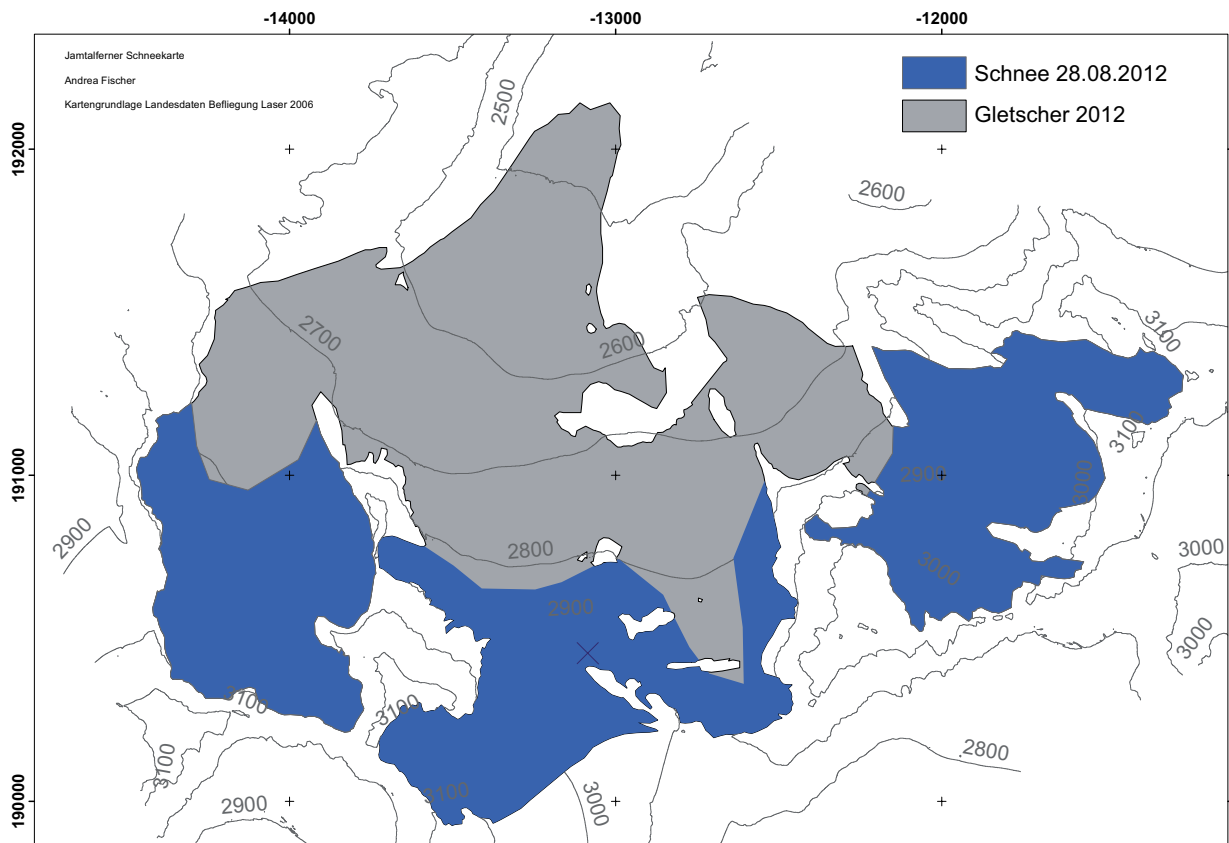


Abbildung 7: Schneebedeckung des Jamtalferners am 28.08.2012. Der Gletscher ist weitgehend ausgeapert. Die Kartierung umfasst nur die begangenen bzw. bei der Begehung sichtbaren Teile des Gletschers.

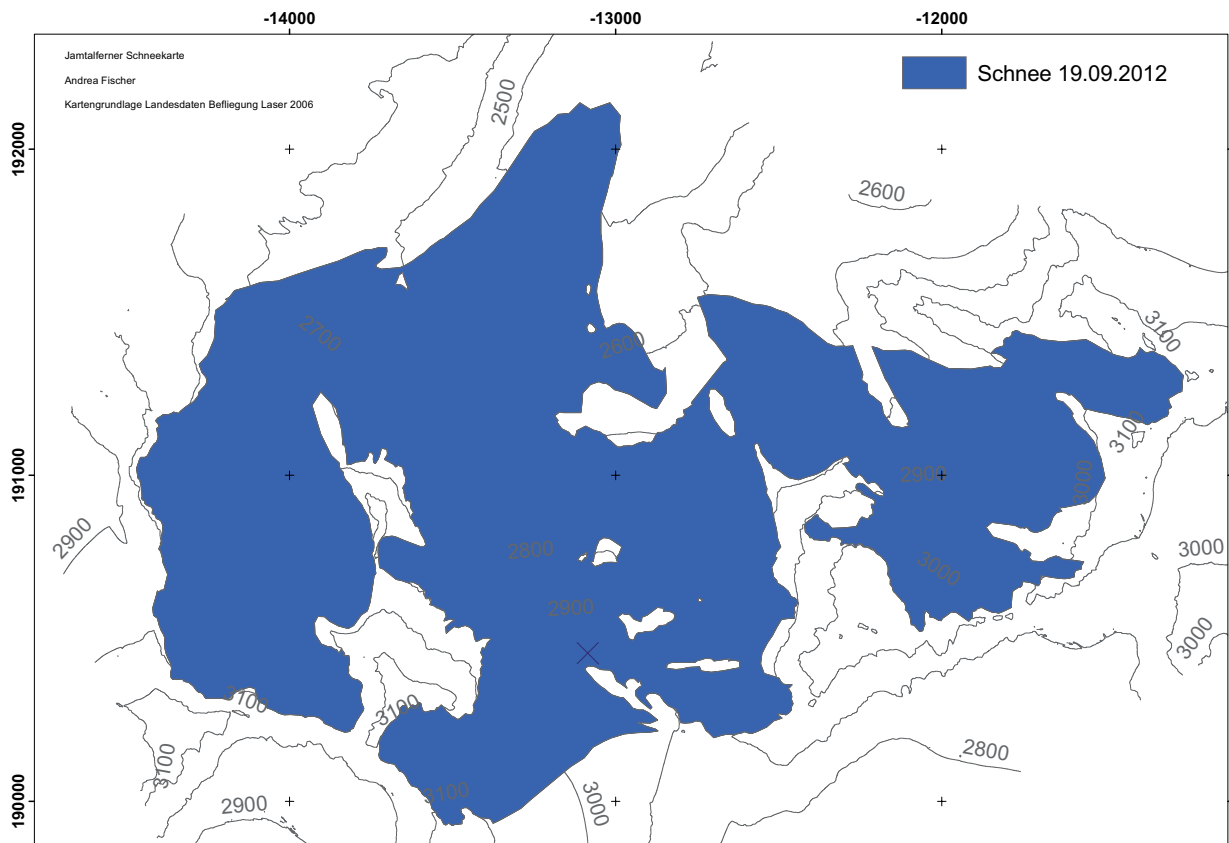


Abbildung 8: Schneebedeckung des Jamtalferners am 19.09.2012. Der Gletscher ist nicht von Altschnee, sondern Neuschnee bedeckt (blau), der erst wieder am Ende des Haushaltsjahres, am 01.10.2012 schmilzt.

5 Der Massenhaushalt des Jamtalferners 2011/2012

Die zur Bestimmung des Massenhaushalts nötigen Feldarbeiten und Kontrollmessungen wurden an den in Tabelle 4 angeführten Tagen durchgeführt.

von	bis
23.09.2011	24.09.2011
25.04.2012 15:00	27.04.2012 23:00
27.07.2012 07:00	27.07.2012 18:00
28.08.2012 06:00	28.08.2012 19:00
18.09.2012 06:00	19.09.2012 20:00

Tabelle 4: Feldmessungen am Jamtalferner im 2011/2012.

5.1 Die Winterbilanz des Jamtalferners 2011/2012

Von 25. bis 27. 04. 2012 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden zwei Schächte in den Firnbecken bis zur Gletscheroberfläche des vergangenen Herbstes gegraben. Zwischen den Schächten und im Zungenbereich des Gletschers wurde die Schneetiefe an 135 Stellen sondiert. Die Sondierungen waren durch die gut definierte Oberfläche des vorigen Herbstes eindeutig. Abbildung 9 gibt die Lage der Schächte und Sondierungen wieder, Tabelle 5 ihre Tiefe und Dichte sowie den Wasserwert.

Schacht	Höhe in m	Schneehöhe in mm	WW in mm	Dichte in gcm^{-3}
JSII	2942	4980	2111	0,424
JSVI	2860	4800	2174	0,453

Tabelle 5: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom 26.04.2012 am Jamtalferner

Die Summe dieser Werte über die Höhenstufen ergibt einen Wasserwert von $B_{wi} = 5,513 \cdot 10^6 \text{m}^3$ für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von $b_{wi} = 1696 \text{mm WW}$. Die Winterbilanz des Jamtalferners aufgeteilt nach Höhenstufen ist in Tabelle 6 zusammengefasst.

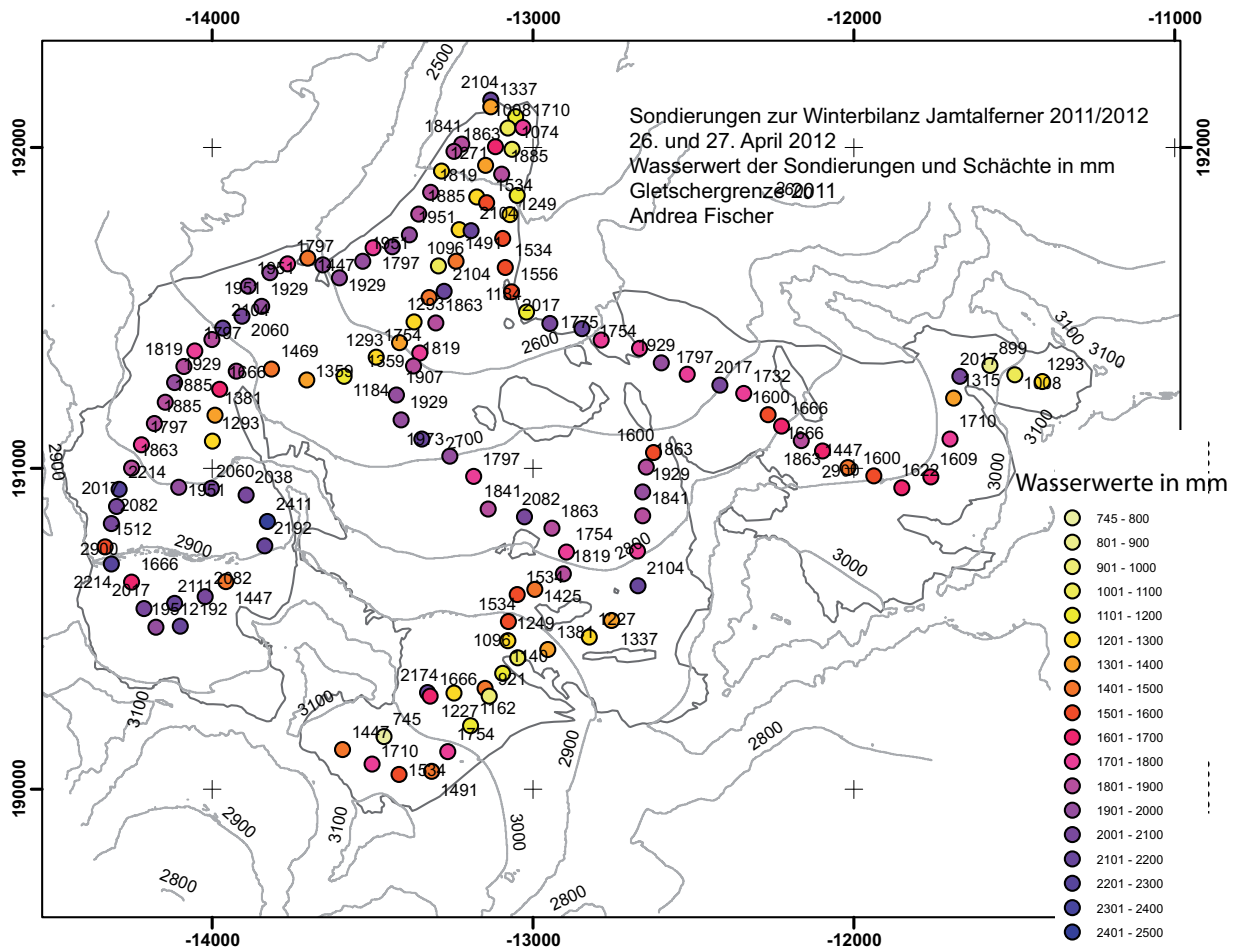


Abbildung 9: Messstellen mit Wasserwert der Schneedecke Ende April 2012.

Höhenstufe	Fläche	Anzahl Sondierungen	Schneehöhe	Wasserwert	Bilanz
m	m ²		cm	mm WW	m ³ Wasser
3200 - 3100	4426	0	250	1095	4847
3100 - 3000	227113	8	313	1373	311769
3000 - 2900	711008	25	363	1592	1132067
2900 - 2800	689105	20	415	1818	1252862
2800 - 2700	673092	24	404	1770	1191317
2700 - 2600	549225	23	405	1775	975137
2600 - 2500	329951	26	376	1647	543518
2500 - 2400	67519	12	345	1514	102241

Tabelle 6: Winterbilanz 2011/2012.

5.2 Die Jahresbilanz des Jamtalferners 2011/2012

5.2.1 Messwerte

Die Ablationsbeträge des Haushaltsjahres 2011/2012 an den Pegeln sind in Tabelle 7 angeführt. Im Herbst 2011 waren an den Schächten keine Rücklagen vorhanden. Abbildung 10 zeigt den zeitlichen Verlauf der Ablation an ausgewählten Pegeln im Jahre 2012.

Pegel	WW in cm	Pegel	WW in cm
1	-373	11	-207
2	-296	12	-210
3	-145	13	-142
4a/4u	-100	15	-102
4n/4o	-105	16	-97
5	-228	17	-320
6	-295	18	-106
7	-191	19	-172
8	-275	20	-104
9	-199	21	-131
10	-150	23	-75

Tabelle 7: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln am Jamtalferner vom 01. 10. 2011 bis 30.09.2012.

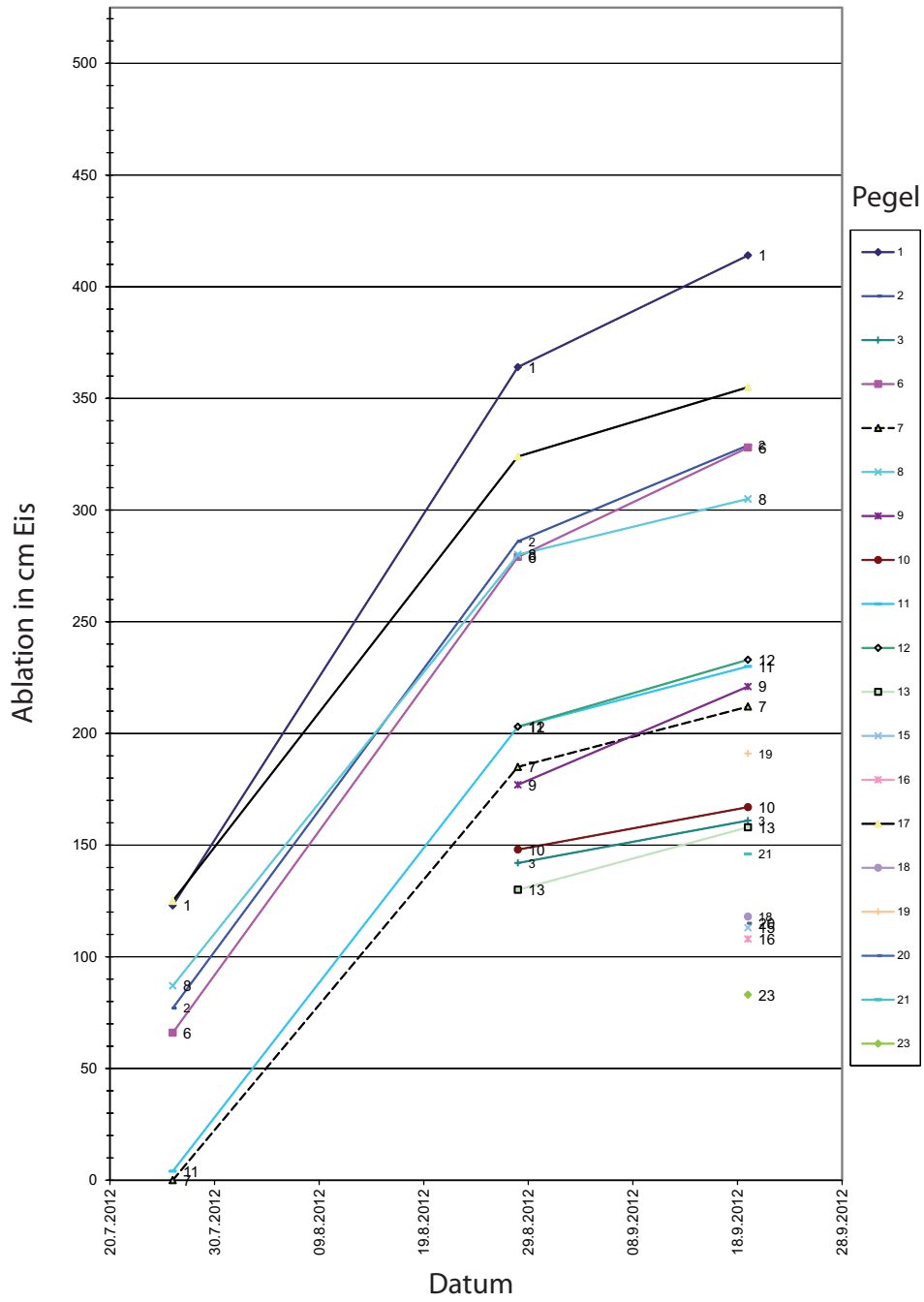


Abbildung 10: Zeitlicher Verlauf der Ablation 2012 in cm Eis an den Pegeln.

5.2.2 Auswertung

Aus den Messwerten an den Pegeln wurde die Massenbilanzkarte des Jamtalferners interpoliert (Abbildung 11), die die Flächen gleicher Massenbilanz wiedergibt. Die für die einzelnen Höhenzonen aus dieser Karte berechneten Haushaltswerte sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

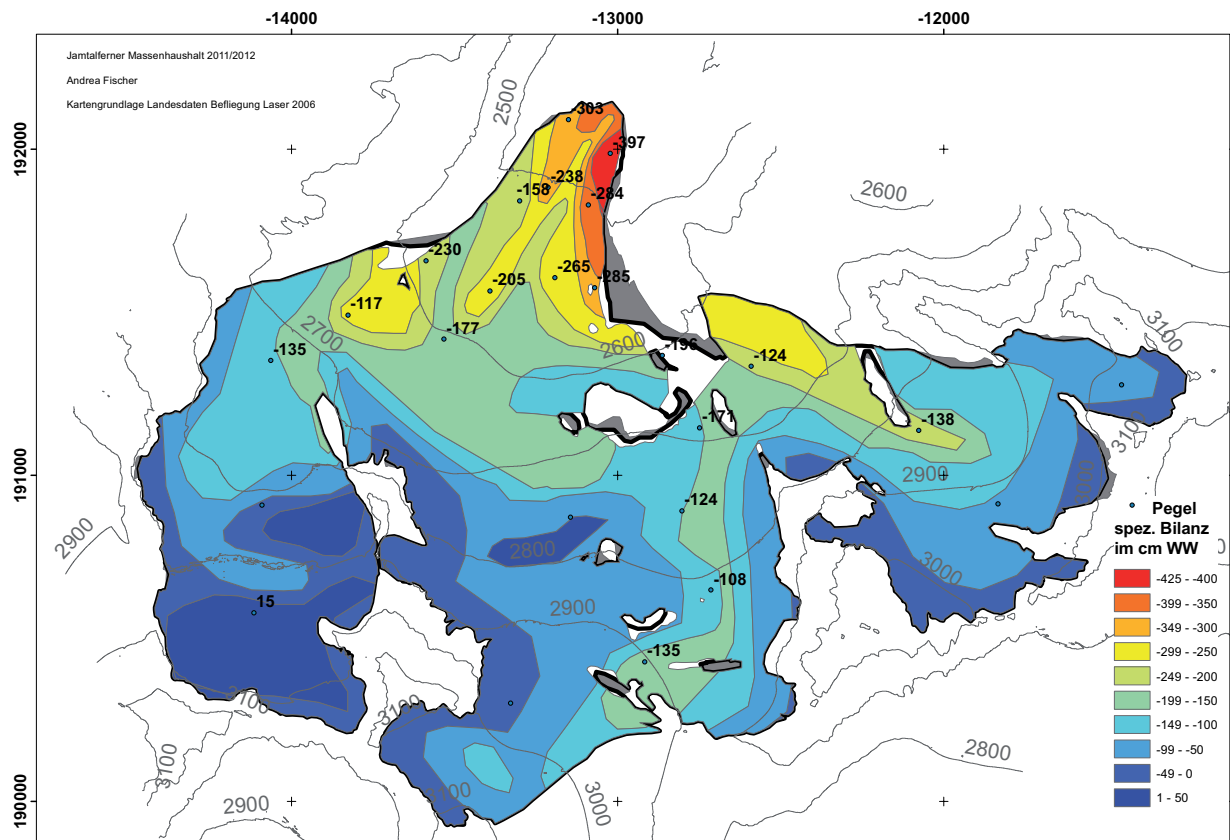


Abbildung 11: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Jamtalferner in cm Wasseräquivalent, gültig für den 30. 09. 2012.

Zone	Fläche	B	b	b_S	b_W
	km^2	$10^3 m^3$	mm w.e.	mm w.e.	mm w.e.
3200 - 3100	0,004	-1,1	-250	-1443	1193
3100 - 3000	0,223	-108,0	-485	-1678	1193
3000 - 2900	0,702	-348,9	-497	-1701	1204
2900 - 2800	0,671	-594,9	-886	-2051	1165
2800 - 2700	0,660	-735,4	-1114	-2347	1233
2700 - 2600	0,497	-891,6	-1795	-2971	1176
2600 - 2500	0,287	-677,5	-2363	-3537	1174
2500 - 2400	0,062	-211,0	-3390	-4306	916

Tabelle 8: Die spezifische Massenbilanz am Jamtalferner 2011/2012 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m^{-2} . Flächen nach neuer Karte 2012.

5.2.3 Ergebnisse

Die spezifische Massenbilanz des Haushaltsjahres 2011/2012 ist mit -1149 mm w.e. weniger negativ als im Vorjahr. Die Gleichgewichtslinie lag über dem Gipfelniveau. Die Felsfenster sind 2012 in beeindruckender Weise ausgeapert. Der Bereich des Pegels 10 ist nun eisfrei. Die langjährigen Mittel und die bisher gemessenen Jahreswerte der Kennzahlen der Massenbilanz sind in Tabelle 10 angeführt. Die Sommerbilanz stellt einen Negativrekord dar.

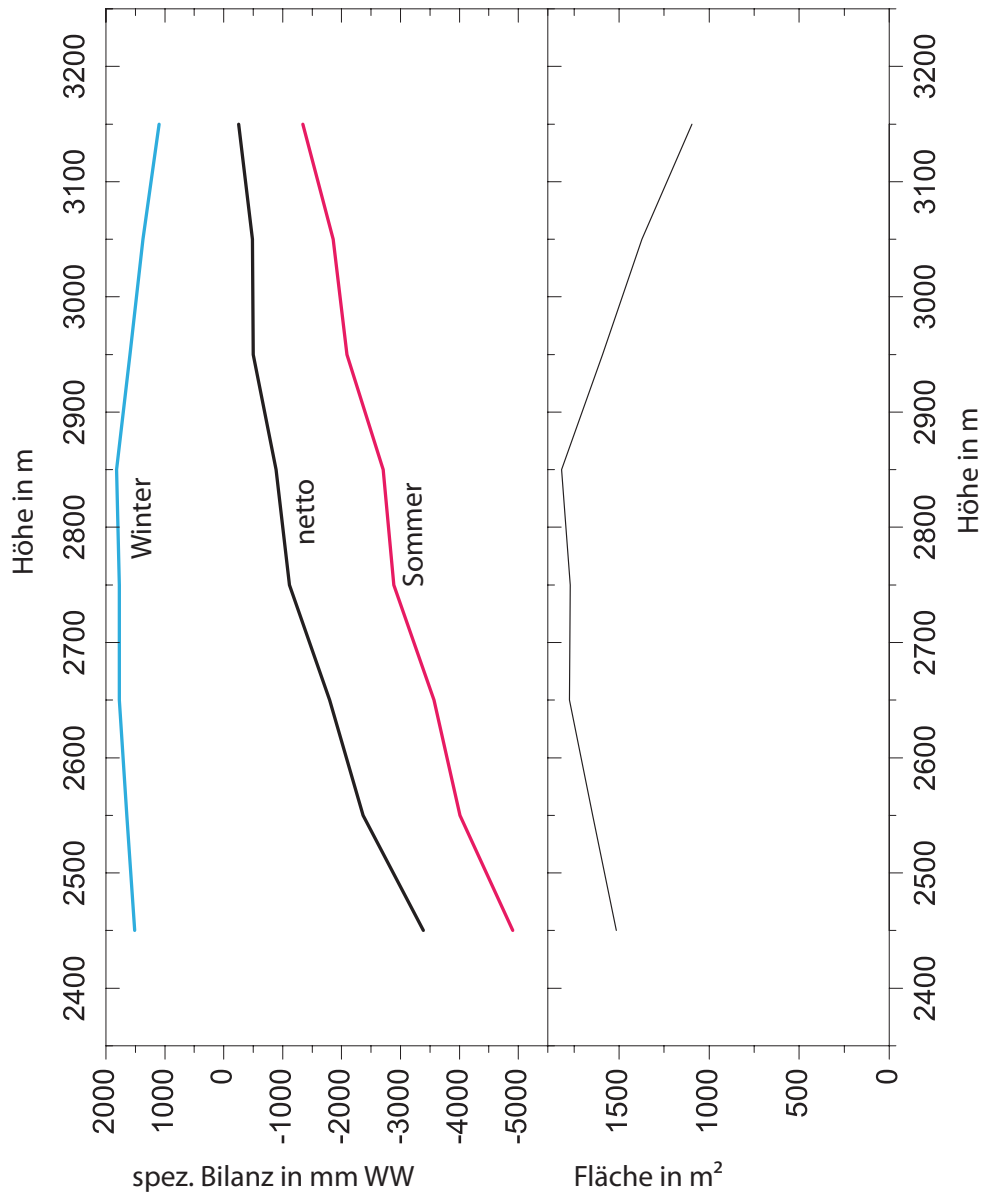


Abbildung 12: Die Verteilung der Flächen des Jamtalfeners (Balken) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (01.10.11 - 30.09.12, schwarze Linie), der Winterbilanz b_{wi} (01.10.2011 - 30.04.2012, blaue Linie) und der Sommerbilanz b_s (01.05. - 30.09.2012, rote Linie) für 100-m-Höhenstufen.

$S_c =$	0,222	km ²
$B_c =$	0,056	10 ⁶ m ³
$b_c =$	250	mm WW
$S_a =$	2,883	km ²
$B_a =$	-3,624	10 ⁶ m ³
$b_a =$	-1257	mm WW
$S =$	3,106	km ²
$B =$	-3,568	10 ⁶ m ³
$b =$	-1149	mm WW
$b_{wi} =$	1669	mm WW
$b_s =$	-2818	mm WW
$S_c/S =$	0,072	
ELA =	>3200	m

Tabelle 9: Kennzahlen der Massenbilanz 2011/2012 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
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 Scheiblauber durchgeführt. Die Analyse und der Bericht stammen von PD. Dr. Andrea Fischer. Für die Überlassung von Klimadaten wird Mag. Alexander Orlik von der Klimaabteilung der ZAMG gedankt. Die Niederschlagswerte aus Handmessungen wurden vom Hydrographischen Dienst zur Verfügung gestellt.

7 Anhang



Abbildung 13: Foto des oberen Teils des Jamtalferners vom 18.07.2012.



Abbildung 14: Foto des unteren Teils des Jamtalferners vom 18.07.2012.



Abbildung 15: Panoramaaufnahme des Jamtalferners vom 26.07.2012.



Abbildung 16: Felssturz von der vorderen Jamspitze am 28.08.2012.



Abbildung 17: Panoramaaufnahme des weit ausgeaperten Jamtalferners mit dünner Neuschneeauflage im oberen Teil vom 28.08.2012.

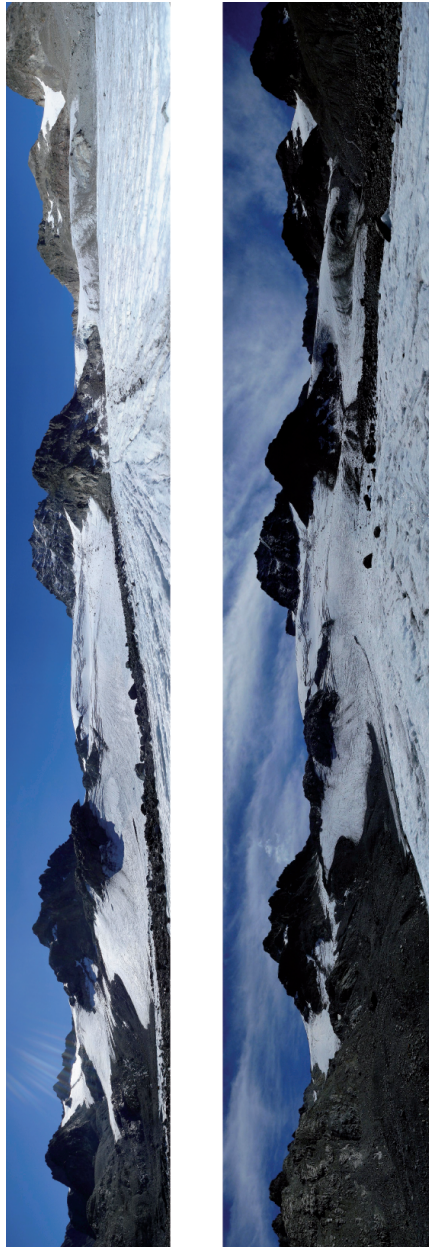


Abbildung 18: Panoramafotos der großflächigen Ausaperungen vom 28.08.2012.



Abbildung 19: Am 19.09.2012 war der Jamtalferner mit einer dünnen Neuschneeauflage bedeckt. An den Schächten lagen großteils aber keine Rücklagen.



Abbildung 20: Die ausgeaperten Felsen erreichen mittlerweile Höhen von mehreren Metern (Foto: 19.09.2012).



Abbildung 21: Der Jamtalferner am 19.09.2012.



Abbildung 22: Der Schacht JS II wurde am 19.09.2012 durch 2 Jahresrücklagen gegraben.



Abbildung 23: Der Jamtalferner war am Ende des Massenhaushaltsjahres mit einer dünnen Schneeschicht bedeckt, die seit 19.09.2012 bestand (Foto: 01.10.2012).

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.