

Jamtal Ferner

Massenhaushalt 1998/99



Die Abbildung 1 zeigt eine topographische Karte des Jamtal Ferners, die die Messstellen für die Messungen des Massenhaushalts im Zeitraum vom Jahr 1998 bis 1999 zeigt.

**Bericht über Messungen des Instituts für Meteorologie und
Geophysik der Universität Innsbruck
G. Markl und M. Kuhn**

Jamtal Ferner Massenhaushalt 1998/99

Bericht über Messungen des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck

Im Auftrag des Hydrographischen Dienstes der Tiroler Landesregierung hat das Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck im Herbst 1988 begonnen, den Massenhaushalt des Jamtal Ferners mit der direkten glaziologischen Methode zu bestimmen. Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Arbeiten und Ergebnisse aus dem hydrologischen Jahr 1998/99.

1. Die Lage des Untersuchungsgebiets

Der Jamtal Ferner entwässert über das Jamtal in die Trisanna im Einzugsgebiet des Inn. Mit einer Fläche von 3,8 km² hat er an der gesamten vergletscherten Fläche des Jamtals heute einen Anteil von rund 50 %. Weitere topographische Daten sind in Tabelle 1 angeführt.

Jamtal Ferner			
Fläche im Jahr	1969	4,13	km ²
	1997	3,79	
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	1997	2420	m
Gletscherlänge	1997	2,5	km
Exposition			
Akkumulationsgebiet		Nord, teilweise West	
Ablationsgebiet		Nord	

Tabelle 1: Topographische Kennzahlen des Jamtal Ferners

Die Abbildung 1 zeigt, daß der Jamtal Ferner eine kurze Zunge im Höhenbereich von etwa 2400 bis 2600 m hat. 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.

2. Die Methode der Massenhaushaltsbestimmung

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 gegenüber dem Vorjahr.

Im Ablationsgebiet (Zehrgebiet) eines Gletschers errechnet man den Massenverlust mit Hilfe von ins Eis eingebornten Stangen (Ablationspegeln), an denen man die Abschmelzbeträge direkt ablesen kann. Im Akkumulationsgebiet (Nährgebiet) muß man zur Bestimmung des Schneesuwachses einen Schacht bis zur vorjährigen Gletscheroberfläche graben und aus seiner Tiefe und der gemessenen Schneedichte den Wasserwert bestimmen. Die dazu nötigen Feldarbeiten und Kontrollmessungen wurden vom 22. bis 25. 9. 1998, vom 27. 4. bis 2. 5. 1999, am 1. und 22. 8. und am 28. und 29. 9. 1999 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 1998/99:

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.

Aus der praktischen Erfahrung wird in diesem Zusammenhang der Winter als die sieben Monate von Oktober bis einschließlich April genommen, der Sommer vom Mai bis September. Die folgenden Angaben zur Witterung beziehen sich auf die Station Galtür in 1648 m Seehöhe, ca. 5,5 km nördlich des Gletscherendes. Temperatur- und Niederschlagsdaten dieser Station sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

3.1 Der Winter 1998/99

Die Temperatur des Winters 1998/99 (Oktober bis April) entsprach mit $-2,4\text{ °C}$ dem langjährigen Mittelwert (1951 – 1980) von $-2,3\text{ °C}$ und war damit der erste Winter seit Beginn der Messungen am Jamtal Ferner, der nicht zu warm war.

Die Niederschlagsmengen lagen eindeutig über den langjährigen Mittelwerten. Insgesamt wurden 670 mm Niederschlag gemessen, das entspricht 178 % des Mittels (1951 – 1980). Eindeutig zu nass waren der Oktober 1998 mit 147 mm (258 %) und extrem der Feber 1999 mit 244 mm (508 %). Diese gewaltige Niederschlagsmenge führte zum Abgang zahlreicher Großlawinen und am 23. 2. zur Katastrophe von Galtür und Valzur. Am Totalisator Jamtal Ferner Zunge wurden zwischen 25. 9. 1998 und 28.4. 1999 insgesamt 923 mm Niederschlag gemessen, an der Zunge des Jamtal Ferners lagen 350 cm Schnee.

3.2 Der Sommer 1999

Der Sommer 1999 (Mai bis September) war zu warm und zu feucht. In Galtür betrug der Mittelwert der Temperatur 10,3 °C, das entspricht einer Abweichung von +1,0°C, und war damit ebenso hoch wie 1994 und 1998. Zu kalt war nur der Juni, mit 9,1°C Mitteltemperatur um -0,5 °C. Viel zu warm waren Mai und Juli bis September, wobei die Abweichungen vom langjährigen Mittelwert (1951 – 1980) mit +2,1°, +0,9°, +1,0° und +1,8°C recht erheblich ausfielen. Besonders die starke positive Temperaturabweichung im September bewirkten trotz der großen Schneemengen im Winter noch ein starkes Ausapern der Gletscherflächen. Es kam während des gesamten Sommers zu keinem bedeutenden Schneefall in den Gletscherregionen, die zu einer Erhöhung der niederen Albedo geführt haben. Insgesamt fielen in den Sommermonaten in Galtür 720 mm Regen, das sind 127 % des Mittelwerts. Beim Niederschlagssammler Jamtal Ferner Zunge wurden zwischen 28. 4. und 29. 9. 1999 893 mm Niederschlag gemessen.

Die Ablation von Eis begann beim Pegel 1 erst um den 20. Juli und dauerte ohne Unterbrechung bis zum 20. September an.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Ausaperung des Gletschers am Anfang der Ablationsperiode am 1. 8. und am 22. 8. 1999 an. Dabei zeigt sich, dass am 1. 8. fast der gesamte Gletscher und am 22. 8. noch weite Teile der Gletscheroberfläche schneebedeckt waren.

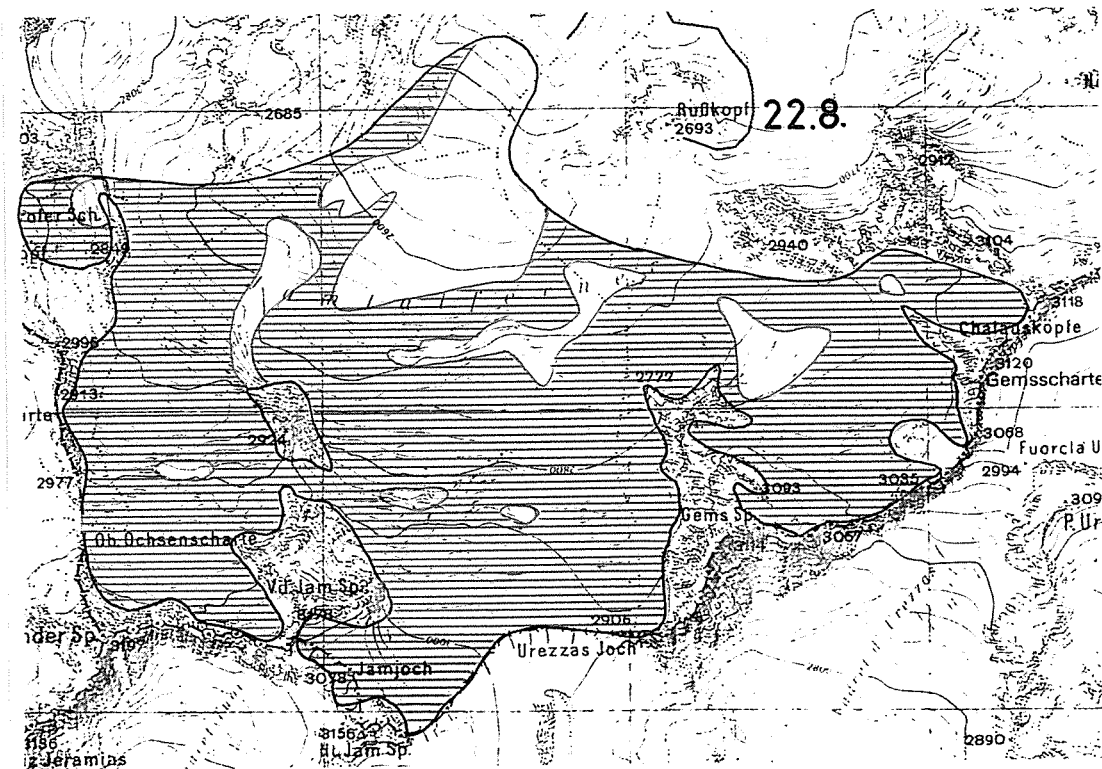
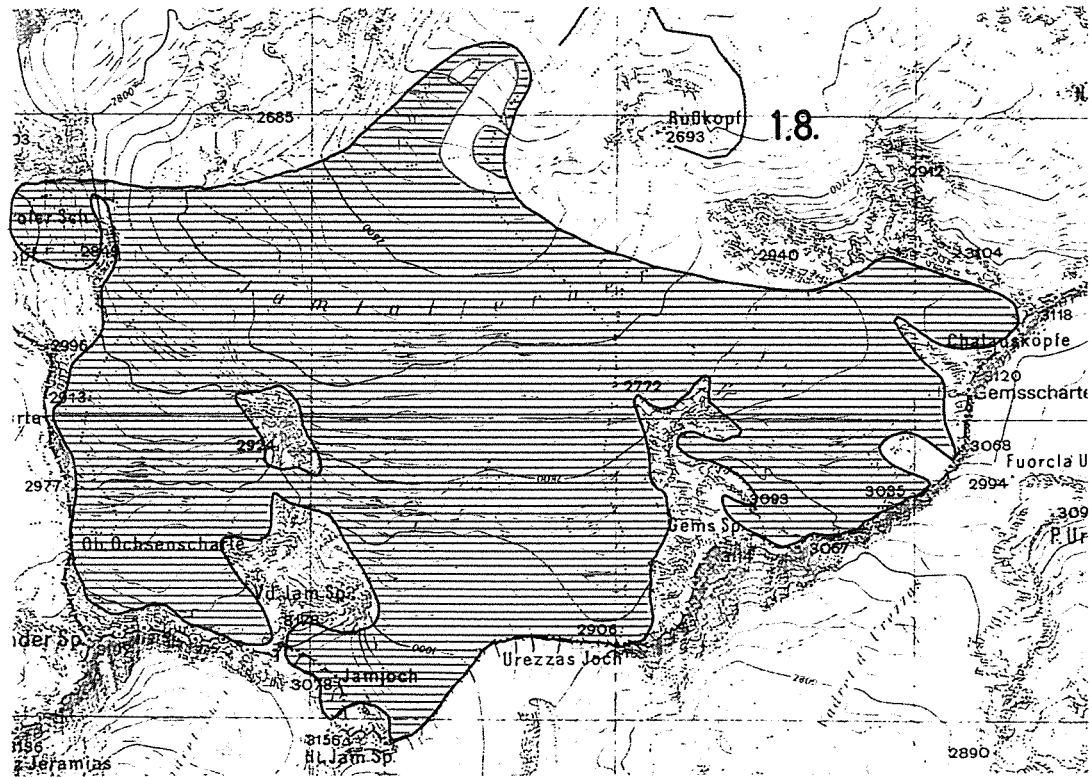


Abb. 2 und 3: Die Schneebedeckung am Jamtalferner am 1. 8. und am 22. 8. 1999. Die rot schraffierten Flächen sind mit Altschnee bedeckt.



Abbildung 4: Jamtal Ferner am 13. 9. 1999. Links im Bild die Chalausköpfe, in der Mitte die Gemsspitze und rechts die Vordere Jamspitze.

Das hydrologische Jahr 1998/99 war in Galtür mit 2,9 ° C um + 0,4 ° zu warm, der Niederschlag lag mit 1390 mm um 148 % über dem Mittelwert.

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.

Galtür	Temperatur		Niederschlag	
	Grad C	Mittel	mm	Mittel
Monat	1998/99	1951 - 1980	1998/99	1951 - 1980
Oktober	3,9	3,6	147	57
November	-4,8	-1,7	66	60
Dezember	-5,4	-5,2	48	55
Januar	-4,5	-6,3	67	55
Februar	-6,8	-5,4	244	48
März	-1,1	-2,4	40	51
April	1,6	1,2	58	50
Winter	-2,4	-2,3	670	376
Mai	8,2	6,1	153	76
Juni	9,1	9,6	164	118
Juli	12,4	11,5	91	144
August	12,0	11,0	150	140
September	10,0	8,2	162	88
Sommer	10,3	9,3	720	566
hydr. Jahr	2,9	2,5	1390	942

Tabelle 2: Klimadaten 1998/99 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 1998/99

4.1 Die Winterbilanz 1998/99

Vom 27. 4. – 2. 5. 1999 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 4 Schächte zwischen 2480 m und 3050 m Seehöhe bis zur Gletscheroberfläche des vergangenen Herbstes gegraben. Zwischen den Schächten wurde im Abstand von 300 Schritten die Schneetiefe sondiert. Abbildung 5 gibt die Lage der Schächte wieder, Tabelle 3 ihre Tiefe und Dichte sowie den Wasserwert.

Die Integration dieser Werte über die einzelnen Höhenstufen ergibt einen Wasserwert von

$$B_{wi} = 6,62 \times 10^6 \text{ m}^3$$

für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von 1750 mm. Tabelle 4 gibt die Winterbilanz des Jamtal Ferners, aufgeteilt nach Höhenstufen, wieder.

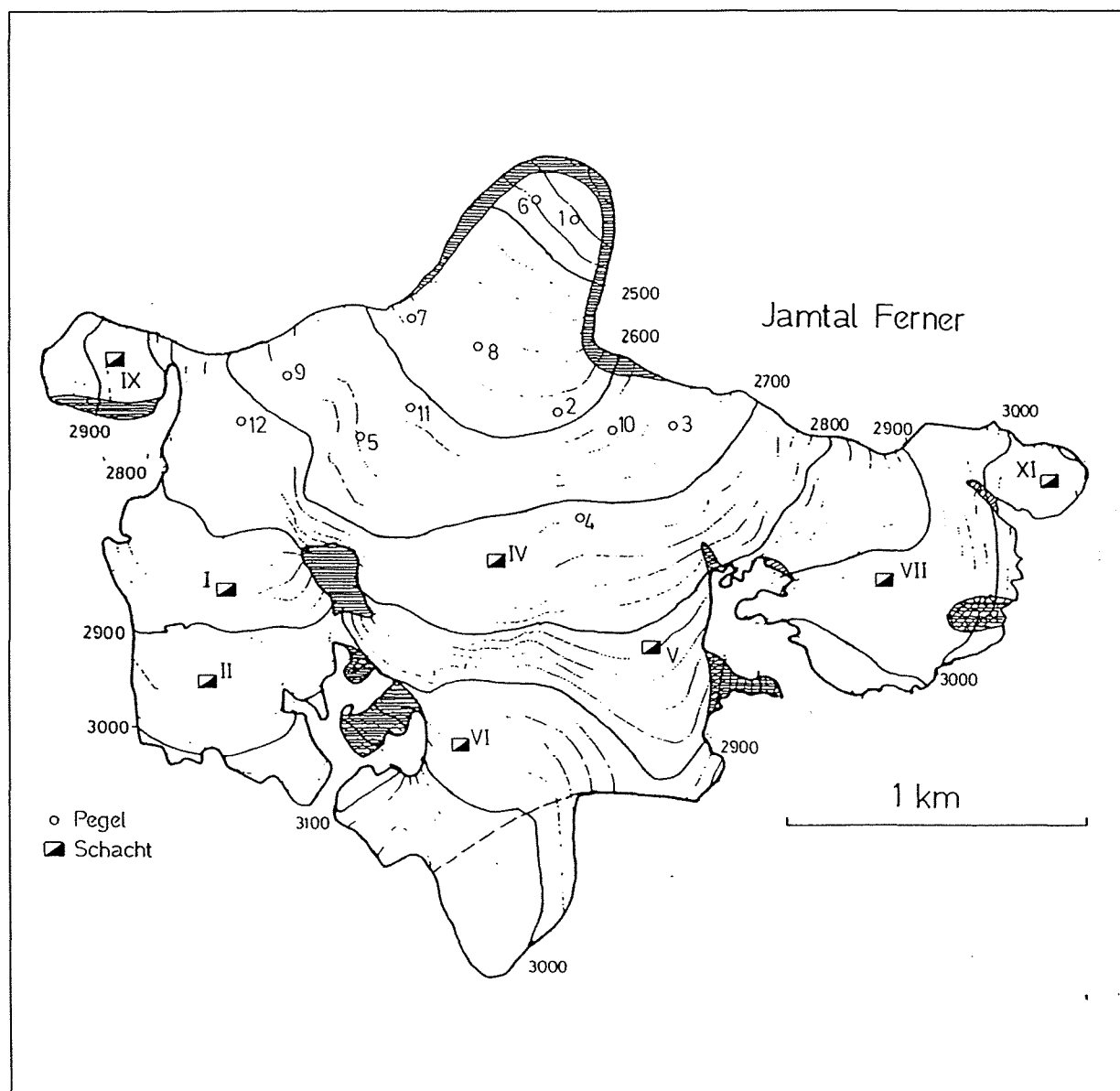


Abbildung 5: Lage der Schneeschächte (Quadrate) und Pegel (Punkte) am Jamtal Ferner im April 1999. Die Messergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg m ⁻³	mm
II	2920	475	413	1960
IV	2730	448	417	1870
VI	2960	435	409	1780
VII	2920	425	391	1660

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom April 1999 am Jamtal Ferner.

Höhenstufe	Fläche	Bilanz	Wasserwert
m	km ²	10 ³ m ³	mm
2400 - 2500	0,084	110	1310
2500 - 2600	0,362	574	1590
2600 - 2700	0,625	1123	1800
2700 - 2800	0,769	1782	1800
2800 - 2900	0,786	1380	1750
2900 - 3000	0,843	1480	1750
3000 - 3100	0,298	548	1840
3100 - 3200	0,014	22	1550
2400 - 3200	3,781	6619	1750

Tabelle 4: Winterbilanz des Jamtal Ferners nach Höhenstufen. Die Werte gelten für die Zeit vom 1. Oktober 1998 bis 1. Mai 1999.

4.2 Die Jahresbilanz des Jamtal Ferners

Die Jahresbilanz wird in ähnlicher Weise errechnet, nur kommt zu den Schneeschächten im Akkumulationsgebiet noch die Messung des Eisverlustes mit Ablationspegeln im Zehrgebiet hinzu. Die Ablationspegel wurden im Herbst 1988 eingbohrt und während des Jahres 1999 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand vom 28. bis 29. September 1999 statt.

Mit dem sogenannten fixen glaziologischen Haushaltsjahr werden die Bilanzwerte für die Zeit vom 1. Oktober bis zum 30. September des nächsten Jahres bestimmt,

unabhängig davon, wann das Ende der Ablation tatsächlich eintrat. Da dieses Ende der Ablation ja in Wirklichkeit an verschiedenen Punkten des Gletschers zu verschiedenen Zeiten eintritt, ist die pragmatische Verwendung des fixen Haushaltsjahrs vorzuziehen.

Die Lage der Pegel und der Schneeschnähte ist in Abbildung 5 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte der Pegel in mm Wasser in Tabelle 5. Beim Pegel Nr. 7 wurde in diesem Jahr keine Ablation, sondern Akkumulation gemessen. Diesen Teil des Gletschers bedeckte noch der Schneerest einer Lawine aus dem Frühjahr.

Pegel	Wasserwert	Pegel	Wasserwert
Nr.	mm	Nr.	mm
1	-3030	7	+350
2	-1410	8	-1840
3	-890	9	-1050
5	-820	10	-870
6	-2020	11	-1270

Tabelle 5: Wasserwerte der Pegel am Jamtal Ferner am 30. 9. 1999.

Die Abbildungen 6, 7 und 8 zeigen die Ausaperung des Jamtalferners am 13. 9. 1999 an.



Abb. 6: Jamtalferner am 13. 9. 1999, Blickrichtung Chalausköpfe (im Hintergrund die Öztaler Alpen).



Abb. 7: Jamtalferner am 13. 9. 1999. Mittlerer Teil des Jamtalfernens zwischen Gemsspitze und Vorderer Jamspitze.



Abb. 8: Jamtalferner am 13. 9. 1999, Blickrichtung Dreiländerspitze (im Hintergrund die Bernina).

Das Ergebnis dieser Messungen ist in Abbildung 9 in Form von Isolinien der Wasserwerte dargestellt, die daraus gewonnenen Haushaltswerte sind in den Tabellen 6 und 7 dargestellt. Die Sommerbilanz wurde als Differenz zwischen Jahreswert und Winterwert berechnet

$$b = b_{wi} + b_{so} \quad \text{und daher} \quad b_{so} = b - b_{wi}$$

und außerdem $b_{wi} = B_{wi} / S$ und $b_{so} = B_{so} / S$

In Tabelle 7 wurden die Jahreswerte auch nach Flächen mit Netto-Akkumulation S_c und Flächen mit Netto-Ablation S_a getrennt. Die Gesamtbilanzen dieser Flächen sind B_c und B_a , die entsprechenden mittleren spezifischen Bilanzen sind b_c und b_a . Dabei gelten folgende Zusammenhänge:

$$S = S_c + S_a$$

$$B = B_c + B_a$$

$$b = B / S \quad b_c = B_c / S_c \quad b_a = B_a / S_a$$

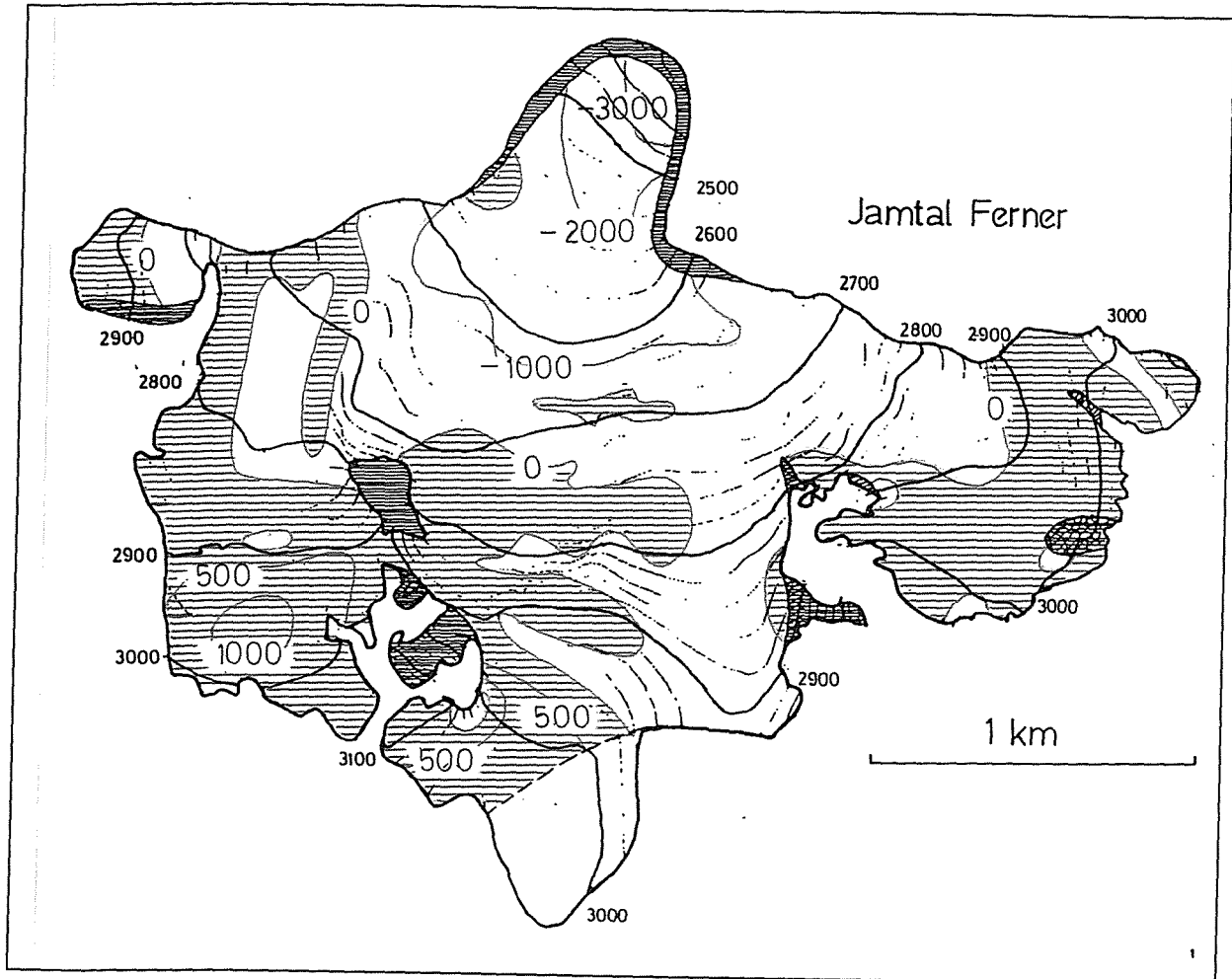


Abbildung 9: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent, gültig für den 30. 9. 1999. Die Flächen mit Nettoakkumulation sind rot schraffiert, die Teile des Gletschers, die seit der Kartenaufnahme ausgeapert sind, sind eng schraffiert.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt- bilanz	spezifische Bilanz		
			1998/99	Winter	Sommer
			m	km ²	10 ³ m ³
2400 - 2500	0,084	-193	-2300	1310	-3610
2500 - 2600	0,362	-527	-1460	1590	-3050
2600 - 2700	0,625	-388	-620	1800	-2420
2700 - 2800	0,769	-145	-190	1800	-1990
2800 - 2900	0,786	-55	-70	1750	-1520
2900 - 3000	0,843	244	290	1750	-1460
3000 - 3100	0,298	91	300	1890	-1540
3100 - 3200	0,014	2	120	1550	-1430

Tabelle 6: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 1998/99 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m⁻².

Akkumulationsgebiet			Flächenverhältnis
S _c	1,784 km ²		S _c /S 0,47
B _c	0,50 x 10 ⁶ m ³		
b _c	283 mm		
Ablationsgebiet			
S _a	1,997 km ²		
B _a	-1,47 x 10 ⁶ m ³		
b _a	-739 mm		
Bilanz			
S	3,781 km ²		
B	-0,97 x 10 ⁶ m ³		
b	-257 mm		
Winter		Sommer	
B _{wi}	6,62 x 10 ⁶ m ³	B _{so}	-7,35 x 10 ⁶ m ³
b _{wi}	1750 mm	b _{so}	-1945 mm

Tabelle 7: Kennzahlen der Massenbilanz 1998/99 des Jamtal Ferners.

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 10 wiedergegeben ist. Naturgemäß ergibt sich bei den Werten der Sommer- und Jahresbilanz im Gegensatz zu den Wintermessungen eine starke Abhängigkeit von der Höhe, wie es in Abbildung 10 anschaulich dargestellt ist.

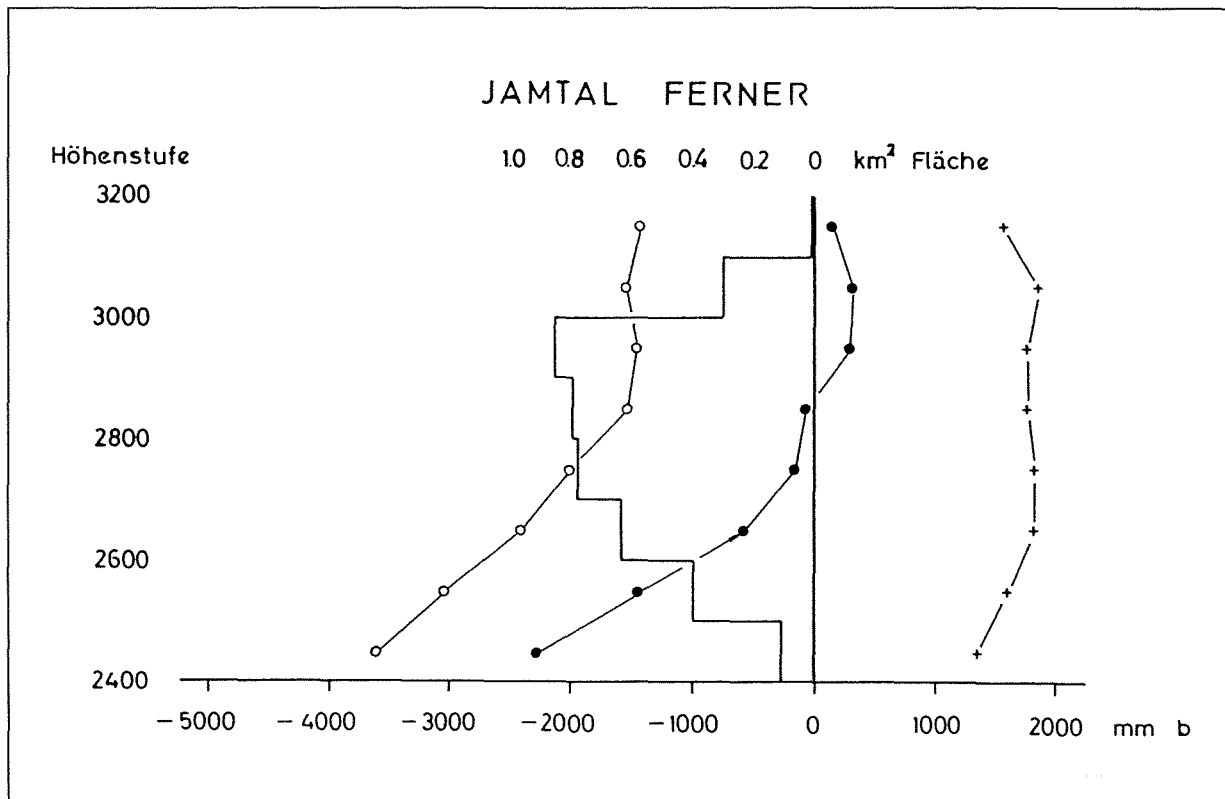


Abbildung 10: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.98 - 30.9.99 Punkte), der Winterbilanz b_{wi} (1.10.98 - 30.4.99 Kreuze) und der Sommerbilanz b_{so} (1.5. - 30.9.99 Kreise) für 100-m-Höhenstufen.

Insgesamt brachte das Haushaltsjahr 1998/99 wieder eine negative Bilanz, wie es in Tabelle 8 im Vergleich mit den Vorjahren zum Ausdruck kommt.

Jamtal	S_c	B_c	b_c	S_a	B_a	b_a	S	B
	km^2	10^6m^3	mm	km^2	10^6m^3	mm	km^2	10^6m^3
1988/89	1,31	0,42	320	2,54	-2,12	-834	3,85	-1,70
1989/90	1,23	0,29	236	2,62	-1,93	-736	3,85	-1,64
1990/91	0,38	0,07	183	3,46	-5,61	-1620	3,85	-5,54
1991/92	0,26	0,03	118	3,59	-4,77	-1328	3,85	-4,74
1992/93	1,69	0,65	385	2,16	-2,08	-965	3,85	-1,43
1993/94	0,69	0,11	159	3,15	-3,29	-1044	3,85	-3,18
1994/95	2,40	0,60	250	1,40	-1,15	-823	3,80	-0,55
1995/96	1,27	0,40	315	2,52	-2,49	-990	3,79	-2,09
1996/97	2,10	0,62	295	1,68	-1,44	-856	3,79	-0,82
1997/98	0,33	0,07	210	3,45	-5,06	-1468	3,78	-4,99
1998/99	1,78	0,50	283	2,00	-1,47	-739	3,78	-0,97
Summe								-27,65
Mittel	1,22	0,34	250	2,6	2,86	-1037	3,82	-2,51
	b	b_s	b_w	Ela	S_c/S			
	mm	mm	mm	m				
1988/89	-441	-1492	1051	2870	0,34			
1989/90	-426	-1583	1157	2900	0,32			
1990/91	-1440	-2220	780	****	0,10			
1991/92	-1232	-2680	1448	****	0,07			
1992/93	-372	-1650	1278	2860	0,44			
1993/94	-827	-2120	1293	****	0,18			
1994/95	-145	-1590	1445	2820	0,63			
1995/96	-552	-1150	598	2900	0,34			
1996/97	-217	-1620	1403	2800	0,56			
1997/98	-1320	-2340	1020	****	0,09			
1998/99	-257	-1945	1750	2870	0,47			
Summe	-7228							
Mittel	-657	-1854	1202		0,32			

Tabelle 8: Vergleich der Kennzahlen des Massenhaushalts seit 1988/89.

6. Längenänderungen der Gletscherzungen

Nach den Messungen des Österreichischen Alpenvereins veränderte sich die Position des Zungenendes entsprechend der negativen Bilanz wie folgt:

Jamtal Ferner	1998/99	seit 1969
	-6,7 m	-207,3 m

7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von A. Fleig, D. Gerstgrasser, T. Gietl, J. Philipp und M. Weißmann durchgeführt, die Analyse stammt von G. Markl, der Bericht von M. Kuhn und G. Markl. Für die Überlassung von Klimadaten wird Herrn Dr. K. Gabl von der Wetterdienststelle Innsbruck gedankt.