

Markl

Jamtal Ferner

Massenhaushalt 1997/98



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

Jamtal Ferner Massenhaushalt 1997/98

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 1997/98.

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 eingebohrten 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 3. bis 5. 10. 1997, vom 28. 4. bis 1. 5. 1998, am 13. 7., 27. 8. und vom 25. bis 29. 9. 1998 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 1997/98:

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 1997/98

Wie bereits in den Jahren zuvor war auch der Winter 1997/98 (Oktober bis April) zu warm. In Galtür lag er mit einer Temperatur von $-1,0\text{ °C}$ um $1,3\text{ °C}$ über dem langjährigen Mittelwert von 1951-1980.

Der Winterniederschlag betrug 345 mm und lag damit um 31 mm unter dem langjährigen Durchschnitt. Zu trocken waren besonders der Feber mit 12 mm, 25 % des Mittels, und der April mit 50 mm (76 %).

Am Totalisator Jamtal Ferner Zunge wurden vom 5. 10. 1997 bis 28. 4. 1998 insgesamt 665 mm Niederschlag gemessen. Der mittlere Wasserwert der Schneedecke am Zungenende des Gletschers betrug Ende April 890 mm.

3.2 Der Sommer 1998

Der Sommer 1998 (Mai - September) war zu warm und vom Niederschlag her durchschnittlich. In Galtür betrug der Mittelwert der Temperatur $10,3\text{ °C}$, das

entspricht einer Abweichung von + 1,0 °C. Zu kalt war nur der September, er war mit 7,6 ° C um 0,6 ° zu kalt, viel zu warm waren Mai, Juni und Juli, der Mai mit 7,7 ° C um + 1,6 °, der Juni mit 11,1 ° C um + 1,5 ° und der Juli mit 12,7 ° C um + 1,2 °. Die Niederschlagssumme der fünf Sommermonate betrug 596 mm und lag damit um 30 mm über dem Mittelwert. Zu trocken waren die Monate Mai und August, zu feucht Juli und September.

Die Ablation von Eis begann beim Pegel 1 um den 20. Juni. Der Abbau der Schneedecke und die Eisablation schritten rasch fort. Ende August beendeten erste Schneefälle den Abbau der Altschneedecke in den höheren Regionen des Gletschers. Ergiebige Neuschneemengen am 13. September 1998 führten auch an der Zunge zum Ende der Ablationsperiode.



Abbildung 2: Jamtal Ferner am 24. 9. 1998



Abbildung 3: Der Totalisator vor der Zunge des Jamtal Ferners wird während der Herbstbegehung abgelesen und winterfest gemacht.

Das hydrologische Jahr 1997/98 war in Galtür mit $3,7^{\circ}\text{C}$ um $+1,2^{\circ}$ zu warm, die 941 mm Niederschlag entsprachen dem Durchschnitt.

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 Monat	Temperatur Grad C		Niederschlag mm	
	1997/98	Mittel 1951-1980	1997/98	Mittel 1951-1980
Oktober	4,3	3,6	72	57
November	- 1,1	-1,7	61	60
Dezember	- 3,4	-5,2	54	55
Januar	- 5,0	-6,3	47	55
Februar	- 2,0	-5,4	12	48
März	- 2,1	-2,4	61	51
April	2,3	1,2	38	50
Winter	- 1,0	-2,3	345	376
Mai	7,7	6,1	50	76
Juni	11,1	9,6	158	118
Juli	12,7	11,5	151	144
August	12,6	11,0	107	140
September	7,6	8,2	130	88
Sommer	10,3	9,3	596	566
hydr. Jahr	3,7	2,5	941	942

Tabelle 2: Klimadaten 1997/98 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 1997/98

4.1 Die Winterbilanz 1997/98

Vom 28. 4. – 1. 5. 1998 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 9 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 4 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

$$B_{wi} = 3,86 \times 10^6 \text{ m}^3$$

für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von 1020 mm. Tabelle 4 gibt die Winterbilanz des Jamtal Ferners, aufgeteilt nach Höhenstufen, wieder.

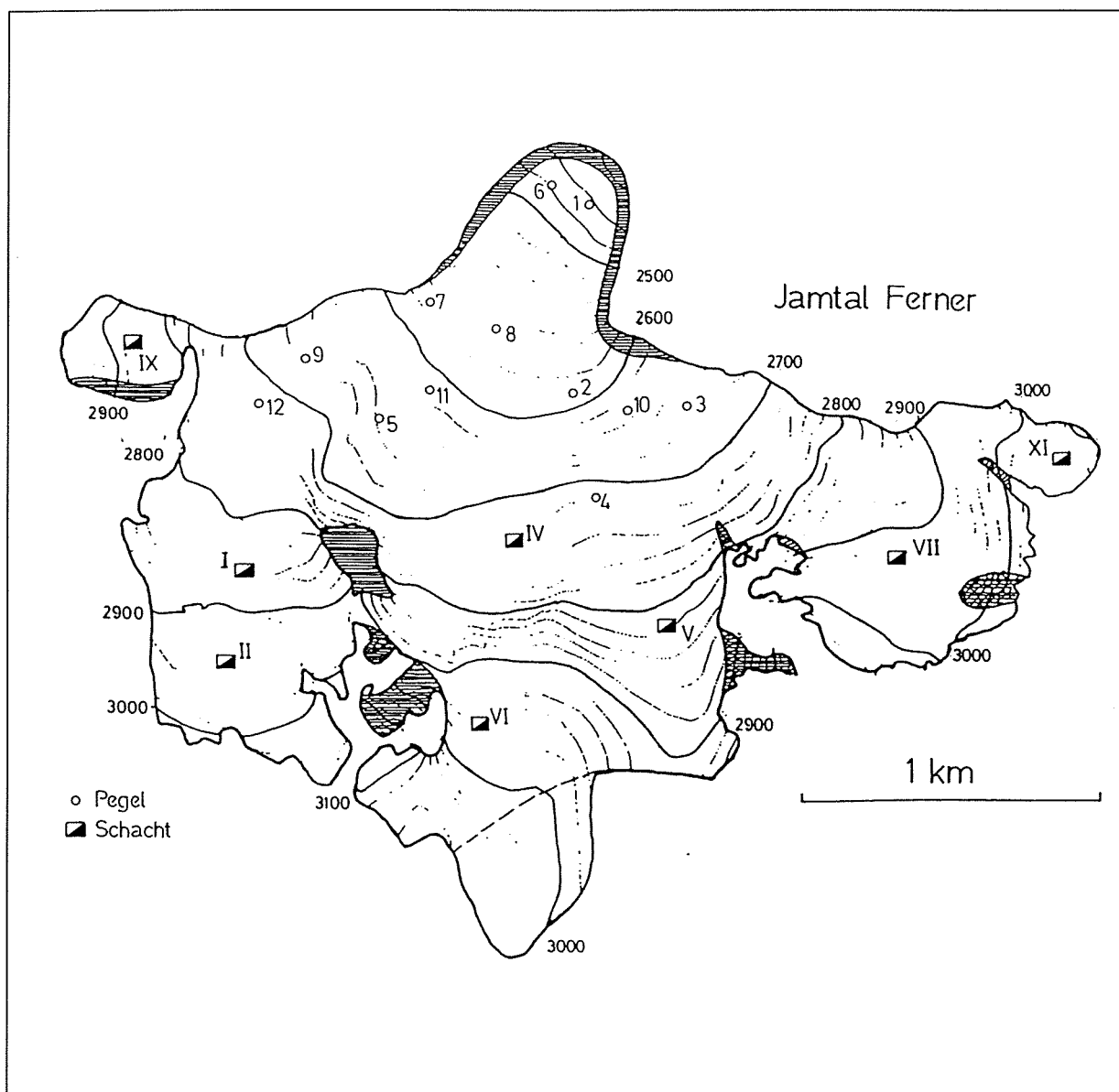


Abbildung 4: Lage der Schneeschnähte (Quadrate) und Pegel (Punkte) am Jamtal Ferner im April 1998. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe m	Tiefe cm	Dichte kg m ⁻³	Wasserwert mm
Zunge	2450	227	386	880
I	2850	280	401	1120
II	2920	330	387	1290
IV	2730	270	385	1040
VI	2960	287	387	1110
VII	2920	269	357	960
IX	2850	346	418	1450
XI	3050	223	344	770
XII	2850	192	379	730

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschnächte vom April 1998 am Jamtal Ferner.

Höhenstufe m	Fläche km ²	Bilanz 10 ³ m ³	Wasserwert mm
2400-2500	0,084	74	890
2500-2600	0,362	369	1020
2600-2700	0,625	647	1030
2700-2800	0,769	796	1030
2800-2900	0,786	775	990
2900-3000	0,843	911	1080
3000-3100	0,298	278	930
3100-3200	0,014	12	920
2400-3200	3,781	3863	1020

Tabelle 4: Winterbilanz des Jamtal Ferners nach Höhenstufen. Die Werte gelten für die Zeit vom 1. Oktober 1997 bis 1. Mai 1998.

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 eingebohrt und während des Jahres 1998 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand vom 25. bis 29. September 1998 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 Schneeschächte ist in Abbildung 4 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte der Pegel in mm Wasser in Tabelle 5.

Pegel Nr.	Wasserwert mm	Pegel Nr.	Wasserwert mm
1	- 4510	7	- 2980
2	- 2730	8	- 2650
3	- 2340	9	- 2630
4	- 1500	10	- 2960
5	- 2100	11	- 2990
6	- 3680	12	- 2120

Tabelle 5: Wasserwerte der Pegel und Schächte am Jamtal Ferner am 30. 9. 1998.

Das Ergebnis dieser Messungen ist in Abbildung 5 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

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

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

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:

$$S = S_c + S_a$$

$$B = B_c + B_a$$

$$b = B / S$$

$$b_c = B_c / S_c$$

$$b_a = B_a / S_a$$

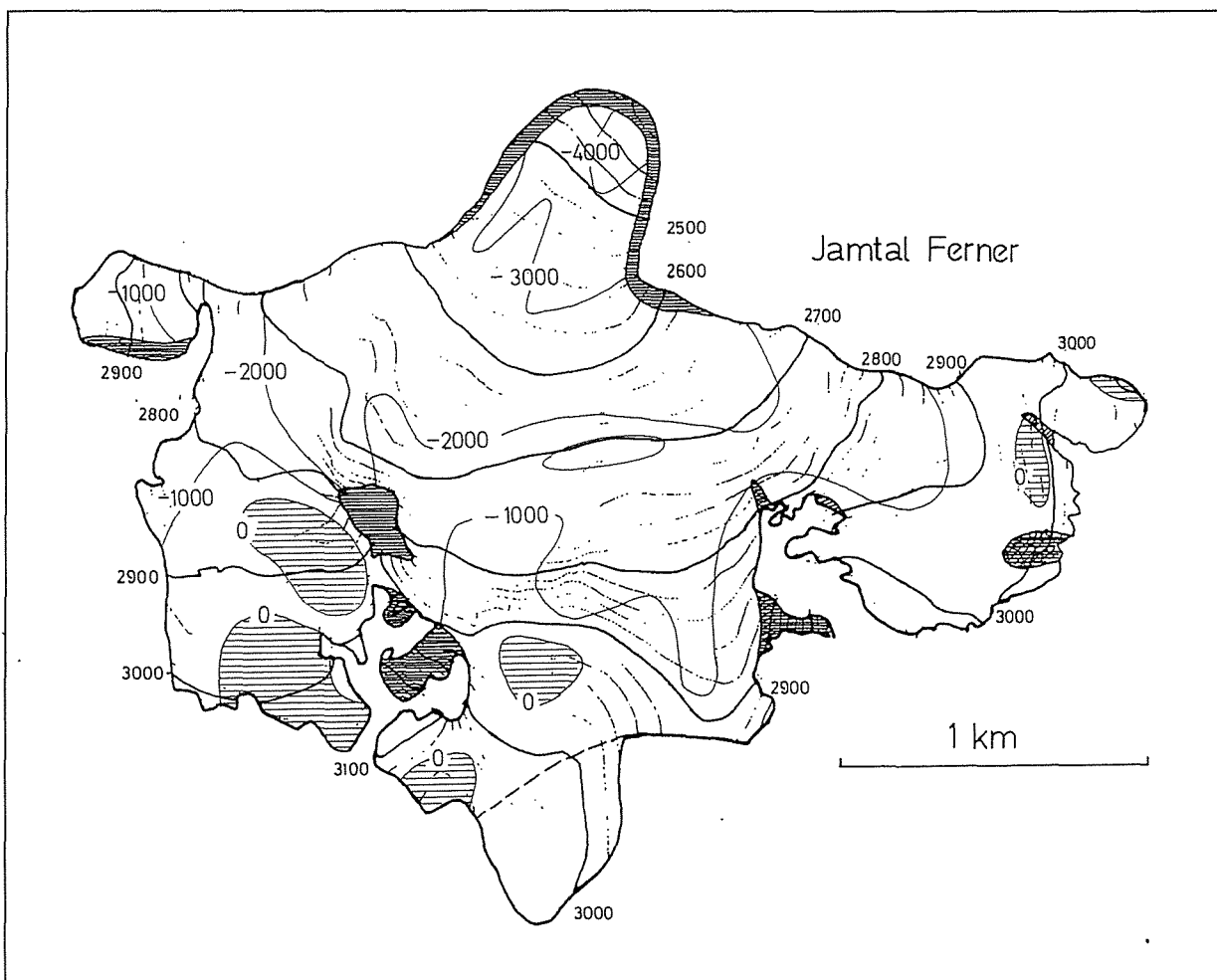


Abbildung 5: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent, gültig für den 30. 9. 1998. Die Flächen mit Nettoakkumulation sind rot schraffiert, die Teile des Gletschers, die seit der Kartenaufnahme ausgepert sind, sind eng schraffiert.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt- bilanz	spezifische Bilanz		
			1997/98	Winter	Sommer
m	km ²	10 ³ m ³	mm	mm	mm
2400-2500	0,084	- 326	- 3880	890	- 4770
2500-2600	0,362	- 1032	- 2850	1020	- 3870
2600-2700	0,625	- 1443	- 2310	1030	- 3340
2700-2800	0,769	- 1172	- 1520	1030	- 2550
2800-2900	0,786	- 705	- 900	990	- 1890
2900-3000	0,843	- 272	- 320	1080	- 1400
3000-3100	0,298	- 35	- 120	930	- 1050
3100-3200	0,014	- 3	- 200	920	- 1120

Tabelle 6: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 1997/98 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m⁻².

Akkumulationsgebiet		Flächenverhältnis	
S _c	0,334 km ²	S _c /S	0,09
B _c	0,07 x 10 ⁶ m ³		
b _c	213 mm		
Ablationsgebiet			
S _a	3,447 km ²		
B _a	- 5,06 x 10 ⁶ m ³		
b _a	- 1468 mm		
Bilanz			
S	3,781 km ²		
B	- 4,99 x 10 ⁶ m ³		
b	- 1319 mm		
Winter		Sommer	
B _{wi}	3,86 x 10 ⁶ m ³	B _{so}	- 8,92 x 10 ⁶ m ³
b _{wi}	1020 mm	b _{so}	- 2340 mm

Tabelle 7: Kennzahlen der Massenbilanz 1997/98 des Jamtal Ferners.

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 6 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 6 anschaulich dargestellt ist.

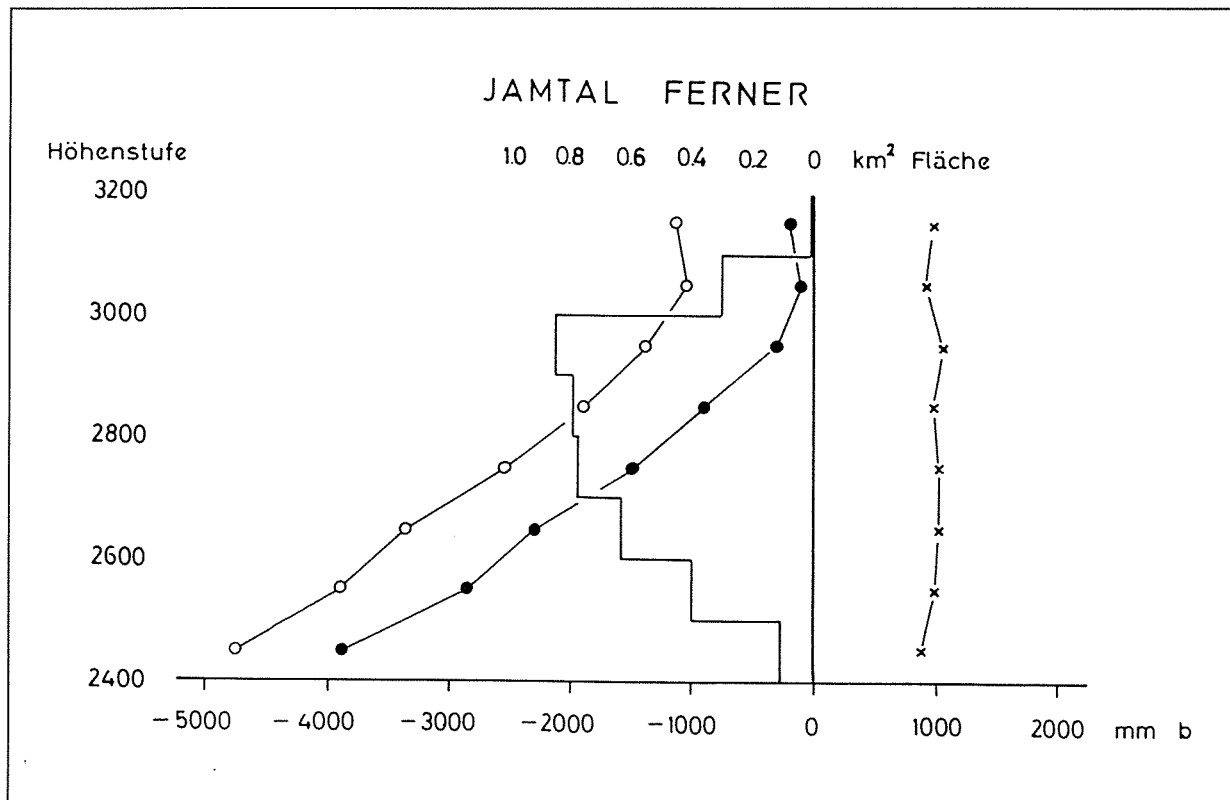


Abbildung 6: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.97 - 30.9.98 Punkte), der Winterbilanz b_{Wj} (1.10.97 - 30.4.98 Kreuze) und der Sommerbilanz b_{SO} (1.5. - 30.9.98 Kreise) für 100-m-Höhenstufen.

Insgesamt brachte das Haushaltsjahr 1997/98 wieder eine negative Bilanz, wie es in Tabelle 8 im Vergleich mit den Vorjahren zum Ausdruck kommt.

Jamtal	Sc km ² 10+6m ³	Bc 10+6m ³	bc mm	Sa km ² 10+6m ³	Ba 10+6m ³	ba mm	S km ² 10+6m ³	B 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
Summe								-26,68
Mittel	1,17	0,33	247	2,66	-2,99	-1066	3,82	-2,67

	b mm	bs mm	bw mm	Ela m	Sc/S
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
Summe	-6971				
Mittel	-697	-1845	1147		0,31

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	1997/98:	- 12,0 m
	seit 1969:	- 200,6 m

7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von H. Balassa, D. Gerstgrasser, T. Gietl, R. Kaltenböck, J. Philipp, U. Wörz und C. Zingerle 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.