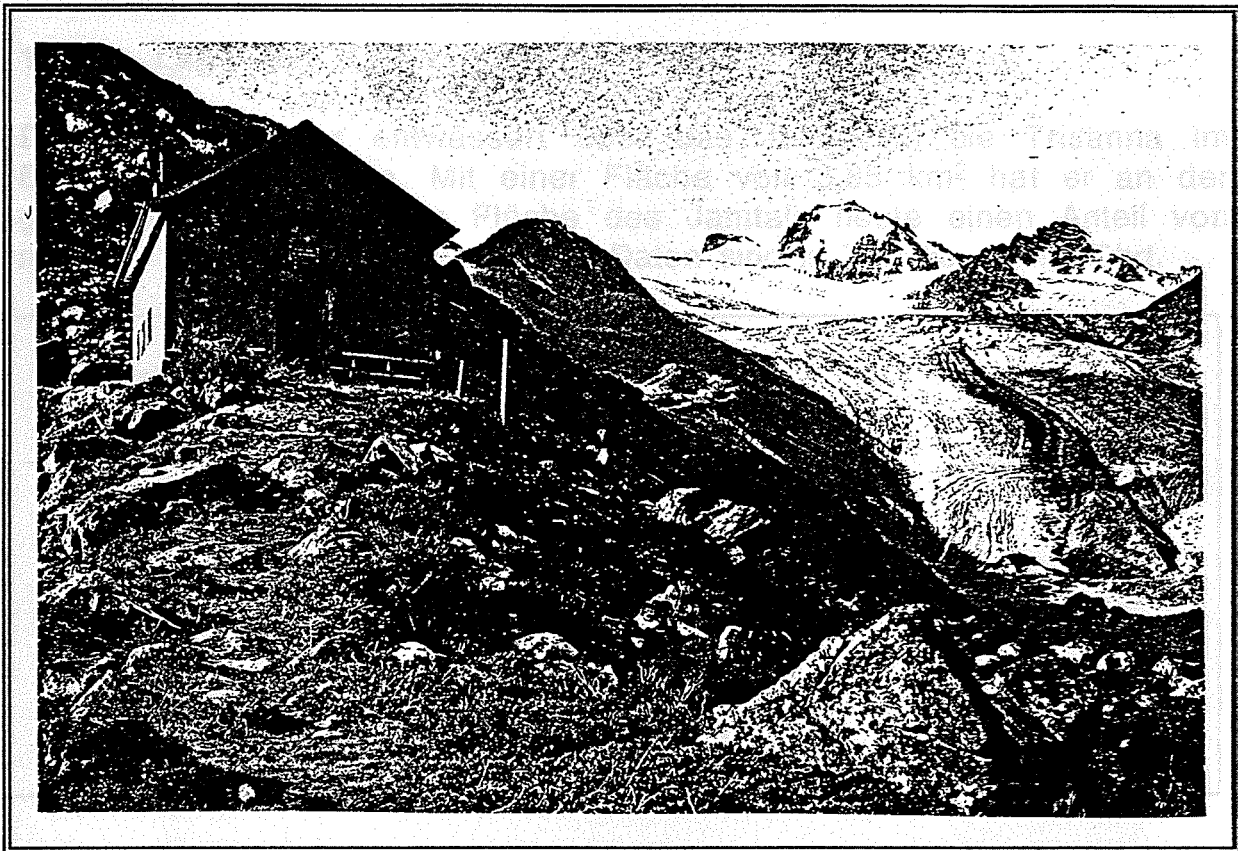


Markl

Jamtal Ferner
Massenhaushalt, 1993/94

Jamtal Ferner

Massenhaushalt 1993/94



Jamthal Hütte (S. Schwaben), Zeitschrift des D. u. Ö. A.-V. 1894

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

Jamtal Ferner Massenhaushalt 1993/94

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 1993/94.

1. Die Lage des Untersuchungsgebiets

Der Jamtal Ferner entwässert über das Jamtal in die Trisanna im Einzugsgebiet des Inn. Mit einer Fläche von 3,85 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
	1994	3,85	
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	1994	2420	m
Gletscherlänge	1994	2,5	km
Exposition			
Akkumulationsgebiet		Nord, teilweise West	
Ablationsgebiet		Nord	

Tabelle 1: Topographische Kennzahlen des Jamtal Ferners

Die Abbildungen 1 - 5 und die Karte in Abbildung 5 zeigen, 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.

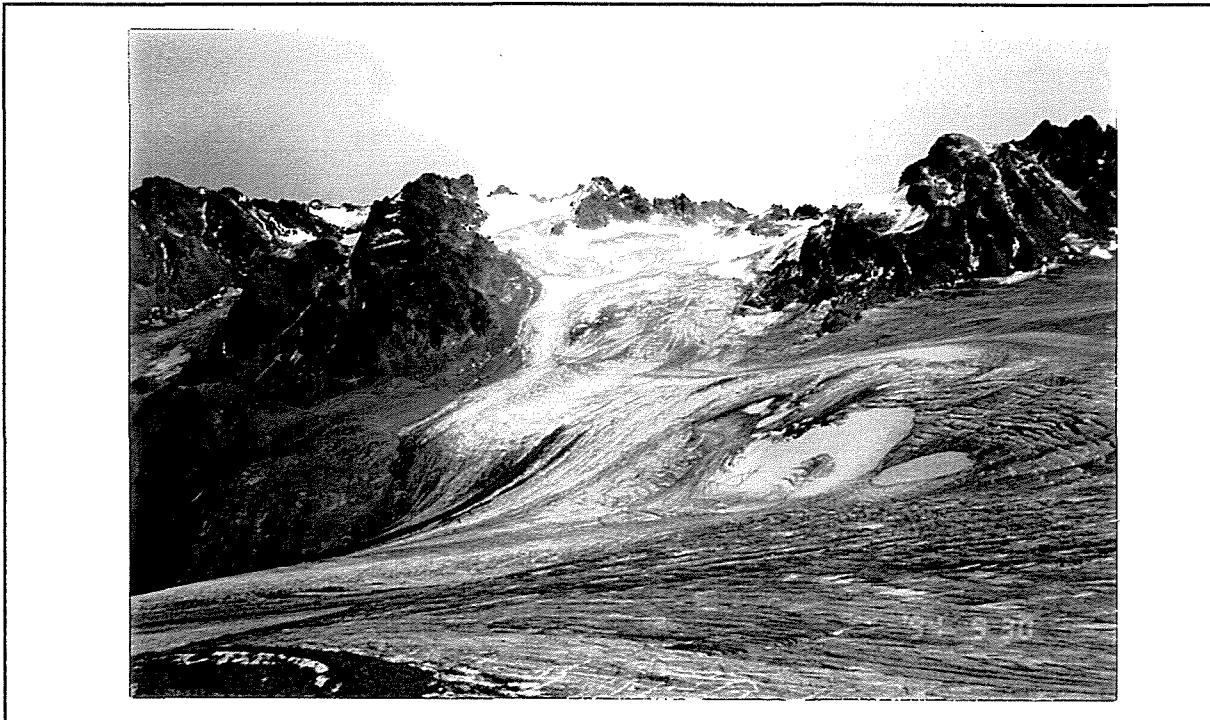


Abbildung 1: Östlicher Teil des Jamtal Ferners mit den Chalausköpfen (3120 m) links und der Gems Spitze rechts, am 30. 9. 1994.



Abbildung 2: Mittlerer Teil des Jamtal Ferners mit der Vorderen Jam Spitze (3178 m) am 30. 9. 1994.

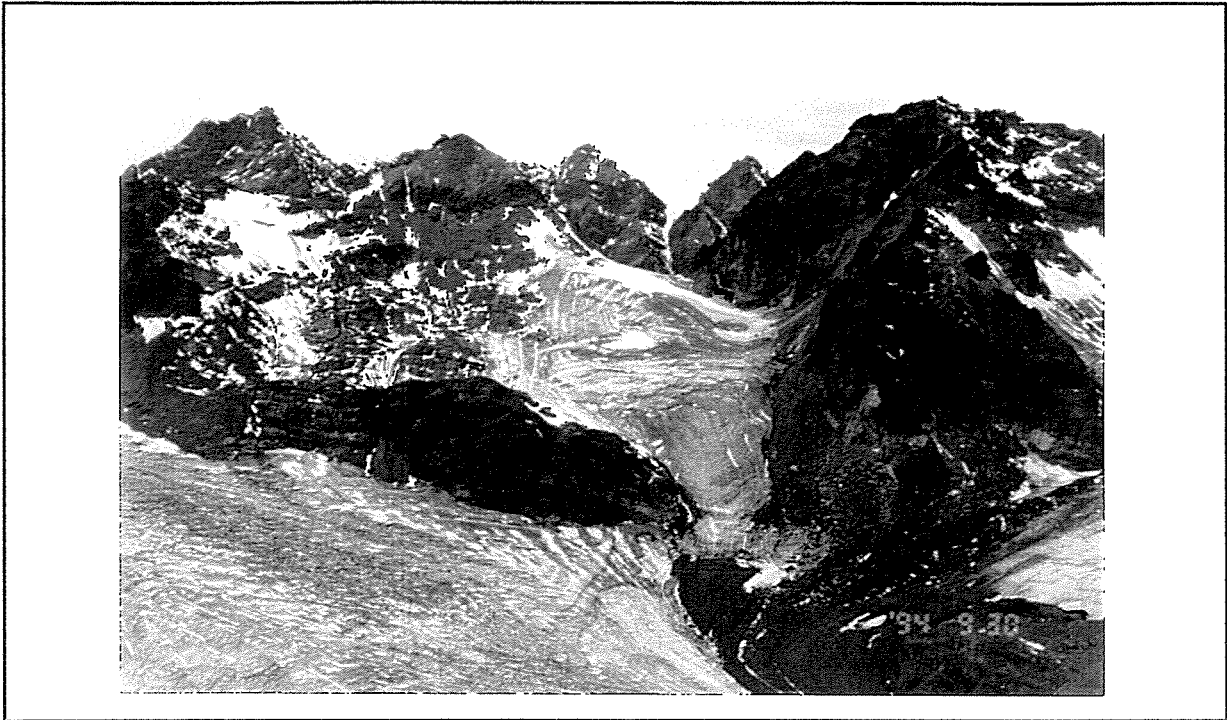


Abbildung 3: Westlicher Teil des Jamtal Ferners mit Tiroler Scharte (2935 m) in der Mitte, am 30. 9. 94

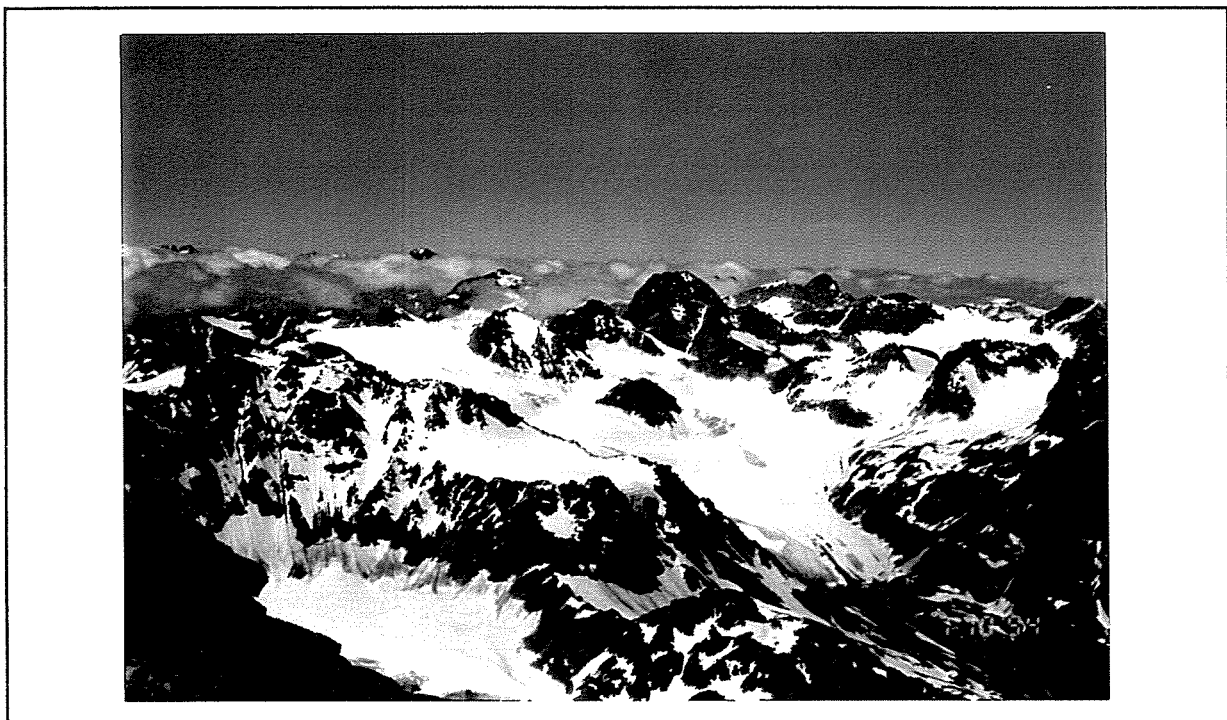


Abbildung 3a: Gesamtansicht des Jamtal Ferners am 9. 7. 1994. Der Gletscher ist bis auf kleine Eisflecken an der Zunge noch ganz mit Altschnee bedeckt.



Abbildung 4: Zunge des Jamtal Ferners, am 21. 7. 1994. Die Ausaperung seit dem 9. 7. 1994 (Abb. 3a) ist beachtlich.



Abbildung 5: Zunge des Jamtal Ferners, am 30. 9. 1994

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 Schneezuwachses 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 am 9. - 10. 10., am 1. 11. 1993, vom 5. - 7. 5., am 9. 7., 21. 7., 28. 8., 6. 9., 30. 9. und am 2. 10. 1994 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 1993/94:

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 1993/94

Die Periode Oktober 1993 bis April 1994 war bereits der sechste einer Reihe von überdurchschnittlich warmen Wintern in Galtür. Er lag mit einer Temperatur von $-1,2^{\circ}\text{C}$ um $1,1^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittelwert von 1951 - 1980. Der Winterniederschlag betrug in Galtür 471 mm und lag damit um 25 % über dem Durchschnittswert von 376 mm. Besonders niederschlagsreich waren die Monate Oktober mit 158 %, Dezember mit 209 % und Jänner mit 178 % der Mittelwerte von 1951 - 80. Sehr trocken fielen der November mit 45 % und der Feber mit 50 % der mittleren Niederschlagsmenge aus.

Am Totalisator Jamtal Ferner Zunge wurden im Winter (1. 10. 1993 - 30. 4. 1994) insgesamt 857 mm Niederschlag gemessen, der mittlere Wasserwert der Schneedecke am Zungenende des Gletschers betrug Anfang Mai 1290 mm.

3.2 Der Sommer 1994

Der Sommer 1994 (Mai - September) war extrem warm und überdurchschnittlich niederschlagsreich. In Galtür betrug der Mittelwert der Temperatur 10,3 °, das entspricht einer Abweichung von + 1 °C. Bei allen fünf Monaten lag die Temperatur über dem Mittelwert. Besonders warm waren der Juli mit 13,7 °C (Abweichung + 2,2 °C) und der August mit 12,6 °C (Abweichung + 1,6 °C). Die 631 mm Niederschlag entsprechen 111 % des langjährigen Mittels, besonders nass waren der Mai mit 112 mm (147 %) und der September mit 130 mm (148 %). Am Totalisator Jamtal Ferner Zunge wurden im Sommer 959 mm Niederschlag gemessen.

Der Beginn der Eisablation lag beim Pegel 1 um den 1. Juli und beim Pegel 6 um den 15. Juli 1994. Entsprechend der hohen Temperaturen ist die winterliche Schneedecke rasch abgeschmolzen. Zwischen dem 9. Juli und dem 6. September 1994 betrug die mittlere tägliche Ablationsrate beim Pegel 1 50 mm Wasserwert. Beim Pegel 6 lag sie zwischen dem 21. Juli und dem 6. September bei 44 mm Wasserwert. Der Niederschlag Mitte September brachte zwar etwas Schnee, aber noch nicht das Ende der Ablationsperiode, die über das Haushaltsjahr andauerte.

Das hydrologische Jahr 1993/94 war in Galtür mit 3,6 °C um 1,1 °C zu warm und mit 1102 mm um 160 mm zu nass.

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.

	Winter Niederschlag Oktober - April	Sommer Temperatur Mai - September
1988/89	303	8,8
1989/90	479	9,2
1990/91	323	9,0
1991/92	567	10,2
1992/93	459	9,3
1993/94	471	10,3
Mittel 1951 - 80	376	9,3

Tabelle 2: Jahreszeitenmittel und -summen 1993/94 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

Galtür Monat	Temperatur Grad C		Niederschlag mm	
	1993/94	Mittel 1951-1980	1993/94	Mittel 1951-1980
Oktober	3,6	3,6	90	57
November	-3,4	-1,7	27	60
Dezember	-2,6	-5,2	115	55
Januar	-3,2	-6,3	98	55
Februar	-4,8	-5,4	24	48
März	+1,8	-2,4	52	51
April	0,5	1,2	65	50
Winter	-1,2	-2,3	471	376
Mai	7,1	6,1	112	76
Juni	10,0	9,6	94	118
Juli	13,7	11,5	133	144
August	12,6	11,0	162	140
September	8,3	8,2	130	88
Sommer	10,3	9,3	631	566
hydr. Jahr	3,6	2,5	1102	942

Tabelle 3: Klimadaten 1993/94 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 1993/94

4.1 Die Winterbilanz 93/94

Vom 5. - 7. Mai 1994 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 8 Schächte zwischen 2450 m und 3050 m Seehöhe bis zur Gletscheroberfläche des vergangenen Herbstes gegraben, wobei die Identifikation dieses sogenannten Herbsthorizontes keine Schwierigkeiten bereitete. Zwischen den Schächten wurde an 104 Stellen die Schneetiefe sondiert. Abbildung 7 gibt die Lage der Schächte und der Sondierungen wieder, Tabelle 4 die Tiefe, Dichte sowie den Wasserwert der Schächte. Alle Sondierungen wurden mit einer mittleren Dichte von 420 kg m^{-3} in Wasserwerte umgerechnet.

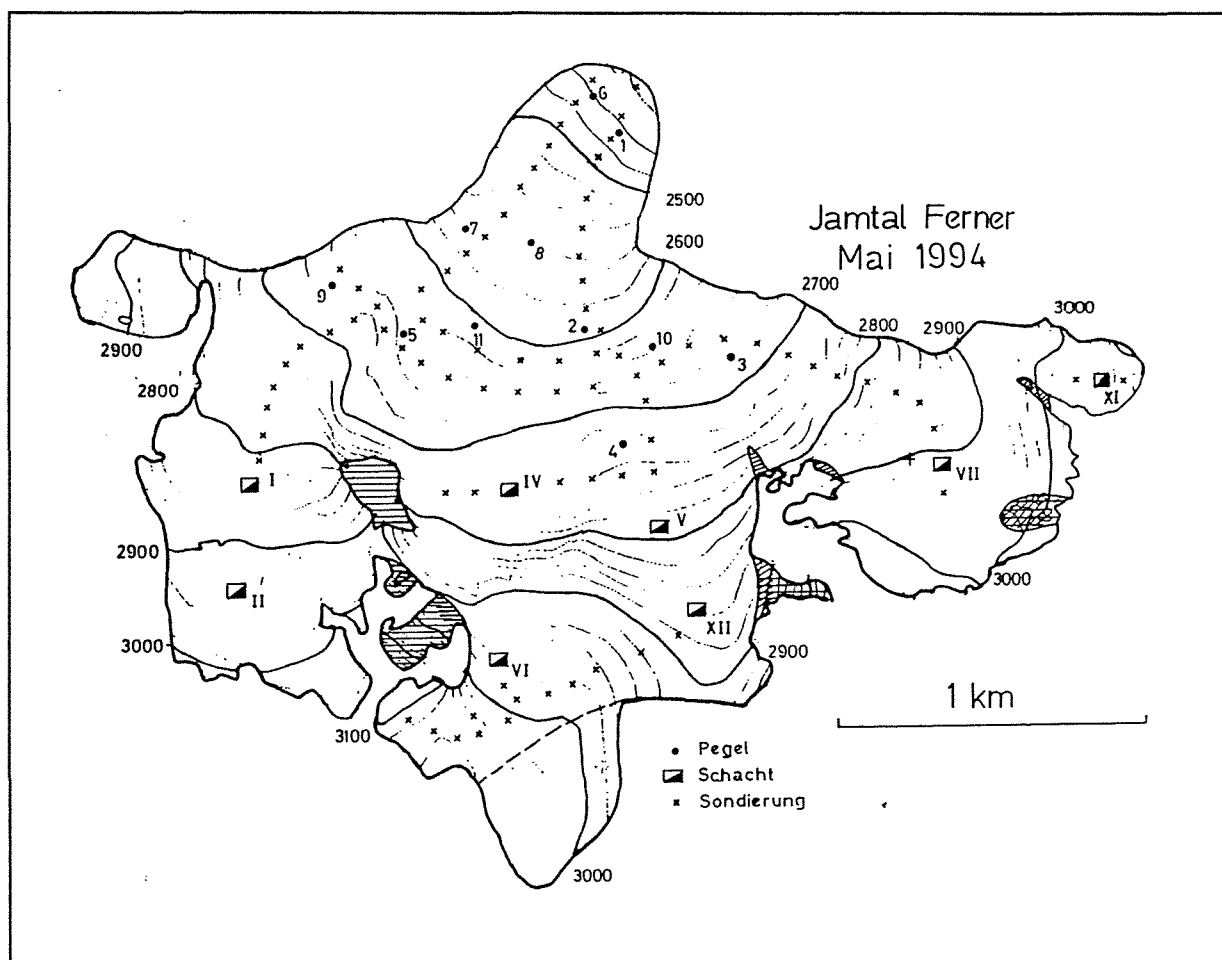


Abbildung 7: Lage der Schneeschächte (Quadrate) und Sondierungen (Kreuze) im Mai 1994 am Jamtal Ferner. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe m	Tiefe cm	Dichte kg m ⁻³	Wasserwert mm
I	2850	342	455	1560
II	2920	349	422	1470
IV	2730	365	417	1520
V	2800	360	416	1500
VI	2960	254	400	1020
VII	2920	324	416	1350
XI	3050	295	424	1250
XII	2850	385	443	1700

Tabelle 4: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom Mai 1994 am Jamtal Ferner.

Höhenstufe m	Fläche km ²	Bilanz 10 ³ m ³	Wasserwert mm
2400-2500	0,114	148	1300
2500-2600	0,379	504	1330
2600-2700	0,634	871	1370
2700-2800	0,772	1012	1310
2800-2900	0,790	1058	1340
2900-3000	0,845	1026	1210
3000-3100	0,298	358	1200
3100-3200	0,014	17	1200
2400-3200	3,846	4993	1300

Tabelle 5: Winterbilanz des Jamtal Ferners nach Höhenstufen. Die Werte gelten für die Zeit vom 1. Oktober 1993 bis 1. Mai 1994.

Die Integration dieser 112 Werte über die einzelnen Höhenstufen ergibt unter Berücksichtigung der Orographie einen Wasserwert von

$$B_{wi} = 4,99 \times 10^6 \text{ m}^3$$

für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von 1300 mm.

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 1994 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand am 30. September und 2. Oktober 1994 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 7 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte der Pegel und die Jahresrücklagenwerte der Schächte in mm Wasser in Tabelle 6.

Pegel Nr.	Wasserwert mm	Pegel Nr.	Wasserwert mm
1	-3850	7	-2570
2	-2160	8	-2480
3	-1480	9	-1970
4	-730	10	-1520
5	-1490	11	-2520
6	-2930		
Schacht Nr.	Tiefe cm	Dichte kg m ⁻³	Wasserwert mm
2	60	513	310

Tabelle 6: Wasserwerte der Pegel und Schächte am Jamtal Ferner für das hydrologische Jahr vom 1. 10. 1993 bis 30. 9. 1994.

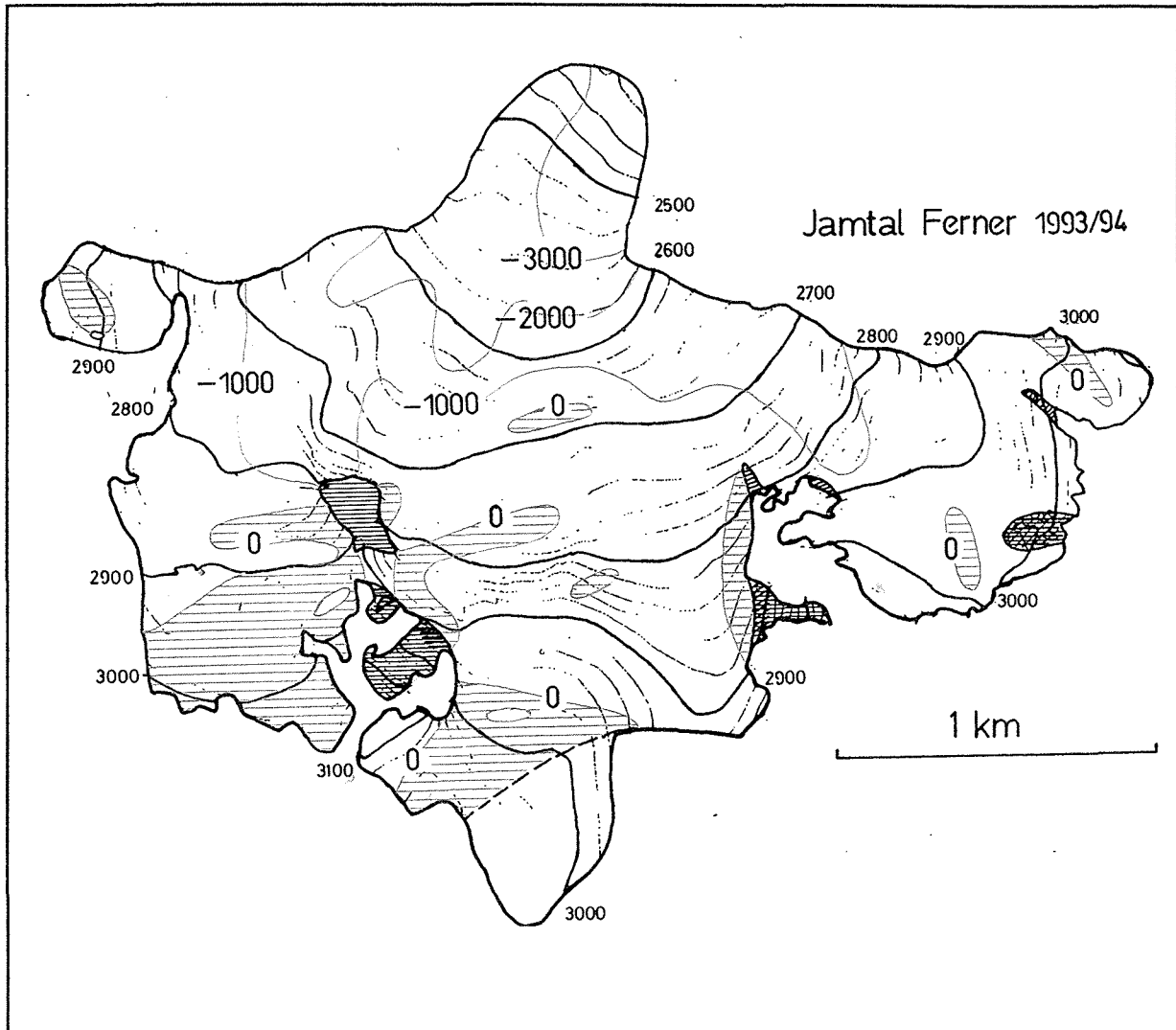


Abbildung 8: Isolinien des spezifischen Massenhaushalts 1993/94 am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent.

Höhenstufe	Fläche m km ²	Gesamt -bilanz 10 ³ m ³	spezifische Bilanz		
			1993/94 mm	Winter mm	Sommer mm
2400-2500	0,114	- 352	- 3090	1300	- 4390
2500-2600	0,379	- 950	- 2510	1330	- 3840
2600-2700	0,634	- 823	- 1300	1370	- 2670
2700-2800	0,772	- 595	- 770	1310	- 2080
2800-2900	0,790	- 348	- 440	1340	- 1780
2900-3000	0,845	- 106	- 130	1210	- 1340
3000-3100	0,298	- 4	- 10	1200	- 1210
3100-3200	0,014	- 1	- 60	1200	- 1260

Tabelle 7: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 1993/94 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m⁻².

Akkumulationsgebiet			Flächenverhältnis
	S _c	0,694 km ²	S _c /S
	B _c	0,11 x 10 ⁶ m ³	0,18
	b _c	156 mm	
Ablationsgebiet			mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie
	S _a	3,152 km ²	
	B _a	- 3,29 x 10 ⁶ m ³	nicht anwendbar
	b _a	- 1043 mm	
Bilanz	S	3,846 km ²	
	B	- 3,18 x 10 ⁶ m ³	
	b	- 830 mm	
	Winter		Sommer
	B _{wi}	4,99 x 10 ⁶ m ³	B _{so}
	b _{wi}	1300 mm	- 8,17 x 10 ⁶ m ³
			b _{so}
			- 2120 mm

Tabelle 8: Kennzahlen der Massenbilanz 1993/94 des Jamtal Ferners.

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 9 wiedergegeben ist. Im September 1994 war die mittlere spezifische Bilanz in keiner Höhe positiv, obwohl insgesamt eine Fläche von 0,694 km² Nettoakkumulationsgebiet übrig waren. Die Definition der mittleren Höhe der Gleichgewichtslinie war für den Jamtal Ferner 1993/94 also nicht anwendbar.

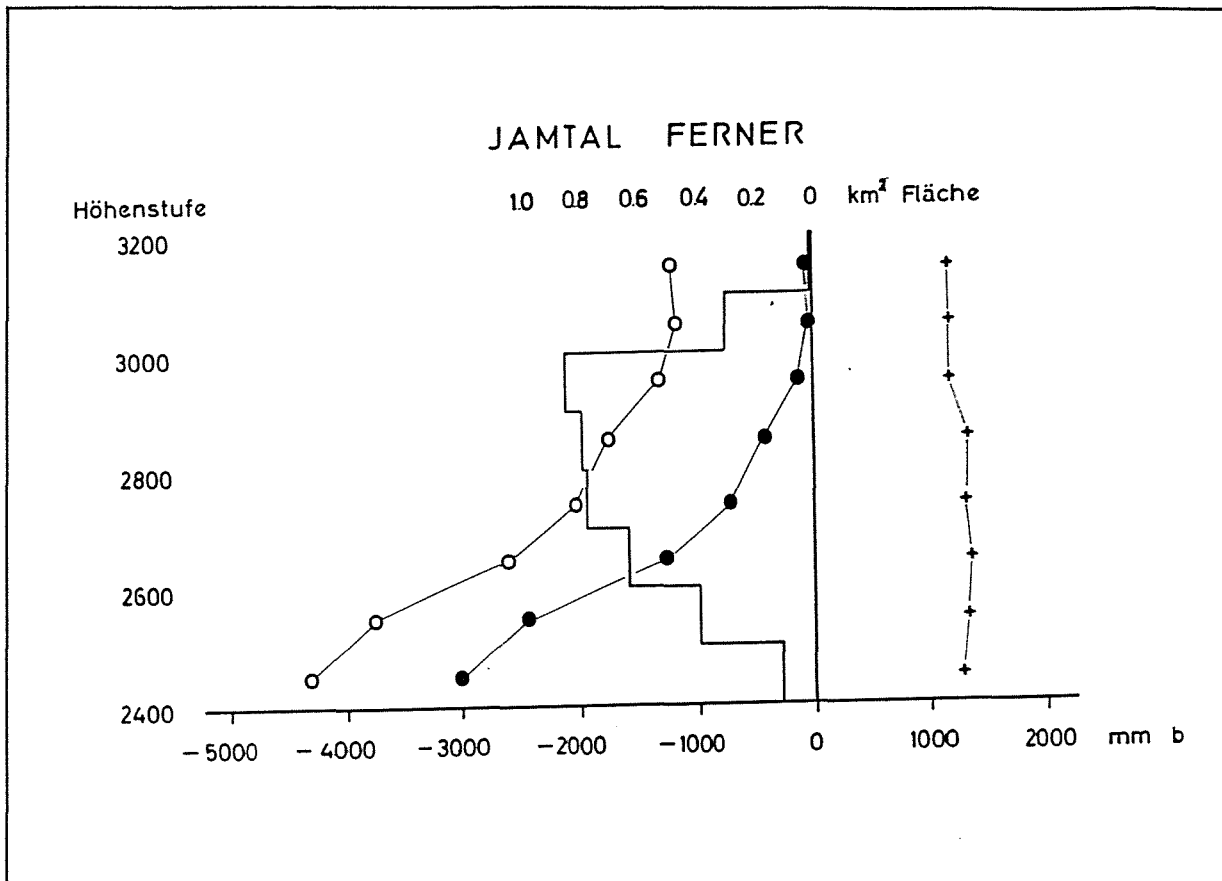


Abbildung 9: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.93 - 30.9.94, Punkte), der Winterbilanz b_{wi} (1.10.93 - 30.4.94, Kreuze) und der Sommerbilanz b_{so} (1.5. - 30.9.94, Kreise) für 100-m-Höhenstufen.

Insgesamt brachte das Haushaltsjahr 1993/94 wieder eine stark negative Bilanz, wie es in Tabelle 9 im Vergleich mit den Vorjahren

zum Ausdruck kommt. In zwei Jahren war die Bilanz noch negativer, im Jahr 1990/91 wegen der geringen Winterakkumulation sowie im Jahr 1991/92 wegen der stärkeren Ablation im Sommer.

	b	b _{wi}	b _{so}	h	Sc/S
	mm	mm	mm	m	
1988/89	- 440	1050	- 1490	2870	0,34
1989/90	- 430	1150	- 1580	2900	0,32
1990/91	- 1440	780	- 2220	-	0,10
1991/92	- 1240	1450	- 2690	-	0,07
1992/93	- 370	1280	- 1650	2860	0,44
1993/94	-830	1300	-2120	-	0,18

Tabelle 9: 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 1993/94:	- 11,1 m
seit 1969:	- 159,8 m

7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von D. Floricioiu, W. Hammer, M. Hauser, J. Knapp, M. Massimo, I. Mayer, A. Neururer, T. Pichler, P. Rainer, M. Stuefer und U. Wörz durchgeführt, die Analyse und alle Photographien stammen von G. Markl, der Bericht von M. Kuhn und G. Markl. Für die Überlassung von Klimadaten wird Herrn Dr. W. Gattermayr vom Hydrographischen Dienst in Innsbruck und Herrn Dr. K. Gabl von der Wetterdienststelle Innsbruck gedankt.