

Jamtal Ferner Massenhaushalt 1994/95

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 1994/95.

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
	1995	3,80	
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	1995	2420	m
Gletscherlänge	1995	2,5	km
Exposition			
Akkumulationsgebiet		Nord, teilweise West	
Ablationsgebiet		Nord	

Tabelle 1: Topographische Kennzahlen des Jamtal Ferners

Die Abbildungen 1 - 3 und die Karte in Abbildung 4 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.

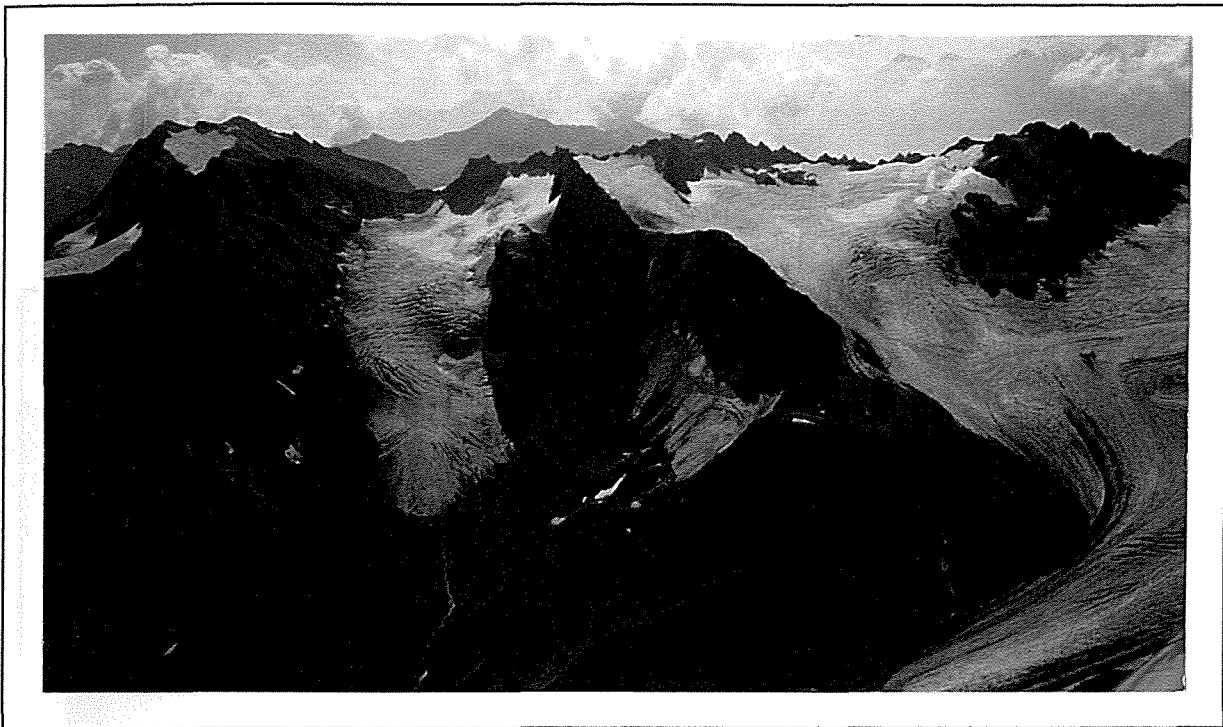


Abbildung 1: Orographisch rechter Teil des Jamtal Ferners mit Chalauköpfe und Gemsspitze.



Abbildung 2: Orographisch linker Teil des Jamtal Ferners mit Vorderer Jamspitze und Dreiländerspitze.



Abbildung 3: Gesamtansicht des Jamtal Ferners.

Abbildung
1994/95
1995/96
Abbildung

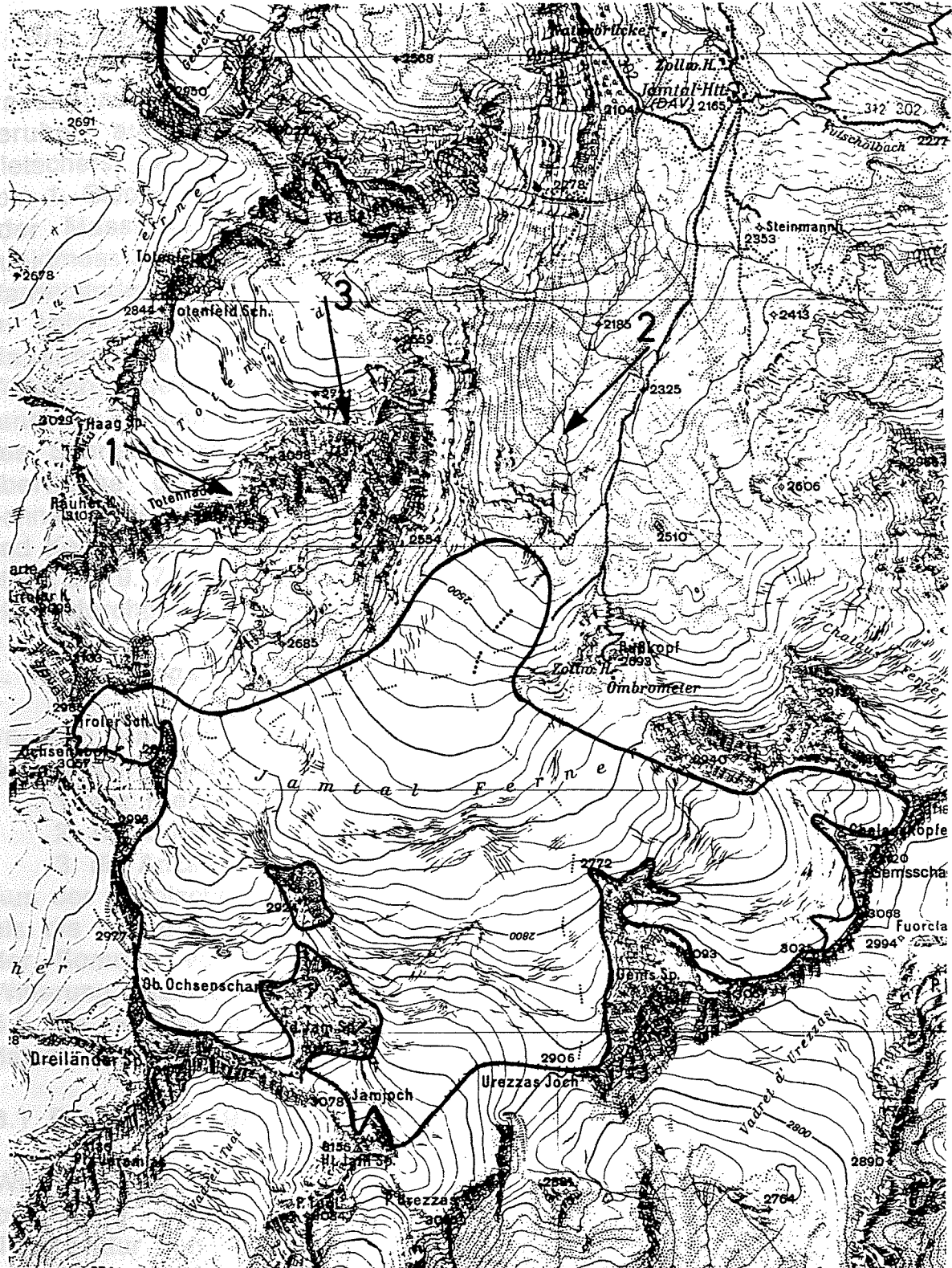


Abbildung 4: Karte des Jamtal Ferners, AV-Karte 1 : 25.000 (Ausgabe 1989, Gletscherstand 1957). Die Umrissse des Jamtal Ferners im Jahr 1995 sind eingetragen. Die Pfeile geben die Blickrichtung der Abbildungen 1 - 3 wieder.

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 30. 9. und 2. 10. 1994, vom 2. - 4. 5. 1995, am 9. 7. und 25. 7. 1995, vom 25. - 27. 8. und vom 29. 9. - 1. 10. 1995 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 1994/95:

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 1994/95

Wie bereits in den Jahren zuvor war auch der Winter 1994/95 (Oktober bis April) überdurchschnittlich warm. In Galtür lag er mit einer Temperatur von $-0,8\text{ °C}$ um $1,5\text{ °C}$ über dem langjährigen Mittelwert von 1951 - 1980. Der Winterniederschlag betrug in Galtür 499 mm und lag damit um 33 % über dem Durchschnittswert von 376 mm. Mit Ausnahme des Oktobers lagen in allen Monaten die Niederschlagswerte über dem langjährigen Durchschnitt, der Jänner war mit 132 mm, das

sind 240 % des Mittelwertes 1951 - 1980, besonders niederschlagsreich.

Am Totalisator Jamtal Ferner Zunge wurden vom 1. 10. 1994 bis 30. 4. 1995 insgesamt 730 mm Niederschlag gemessen, der mittlere Wasserwert der Schneedecke am Zungenende des Gletschers betrug Anfang Mai 1995 1250 mm.

3.2 Der Sommer 1995

Der Sommer 1995 (Mai - September) war zu kalt und vom Niederschlag her ausgeglichen. In Galtür betrug der Mittelwert der Temperatur 8,6 °C, das entspricht einer Abweichung von - 0,7 °C. Die Temperatur im Mai mit 6,0 °C entsprach dem Mittelwert, der Juni war mit 7,5 °C um 2,1 °C zu kalt, der Juli hingegen mit 13,6 °C um 2,1 °C zu warm, der August mit 10,4 °C um 0,6 °C und der September mit 5,6 °C sogar um 2,6 °C zu kalt. Die 549 mm Niederschlag entsprechen 97 % des langjährigen Mittels, der Juli war mit 96 mm um 48 mm zu trocken und der August mit 196 mm um 56 mm zu naß. Eine Kaltfront, die am 28. August die Alpen erreichte, brachte zum Teil ergiebige Schneefälle bis ins Tal und beendete die Ablationsperiode 1994/95. In den höheren Bereichen der Gletscher fiel bis zu 80 cm Neuschnee.

Der Beginn der Eisablation lag beim Pegel 1 um den 5. Juli und beim Pegel 6 um den 25. Juli 1995. Der Abbau der Schneedecke und die Ablation schritten ohne wesentliche Unterbrechung bis zum 28. August rasch fort. Zwischen dem 5. Juli und dem 28. August 1995 betrug die mittlere tägliche Ablationsrate beim Pegel 1 53 mm Wasserwert. Beim Pegel 6 lag sie zwischen dem 25. Juli und dem 28. August bei 55 mm Wasserwert.

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.

Das hydrologische Jahr 1994/95 war in Galtür mit 3,1 °C um 0,6 °C zu warm und mit 1048 mm um 106 mm zu feucht.

Galtür Monat	Temperatur Grad C		Niederschlag mm	
	1994/95	Mittel 1951-1980	1994/95	Mittel 1951-1980
Oktober	3,8	3,6	33	57
November	3,2	-1,7	69	60
Dezember	-2,2	-5,2	59	55
Januar	-6,7	-6,3	132	55
Februar	-1,5	-5,4	50	48
März	-4,3	-2,4	88	51
April	2,1	1,2	68	50
Winter	-0,8	-2,3	499	376
Mai	6,0	6,1	63	76
Juni	7,5	9,6	119	118
Juli	13,6	11,5	96	144
August	10,4	11,0	196	140
September	5,6	8,2	75	88
Sommer	8,6	9,3	549	566
hydr. Jahr	3,1	2,5	1048	942

Tabelle 2: Klimadaten 1994/95 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 1994/95

4.1 Die Winterbilanz 94/95

Vom 2. - 4. Mai 1995 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 8 Schächte zwischen 2480 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 92 Stellen die Schneetiefe sondiert. Abbildung 5 gibt die Lage der Schächte und der Sondierungen wieder, Tabelle 3 ihre Tiefe und Dichte sowie den Wasserwert. Alle Sondierungen wurden mit einer mittleren Dichte von 415 kg m^{-3} in Wasserwerte umgerechnet.

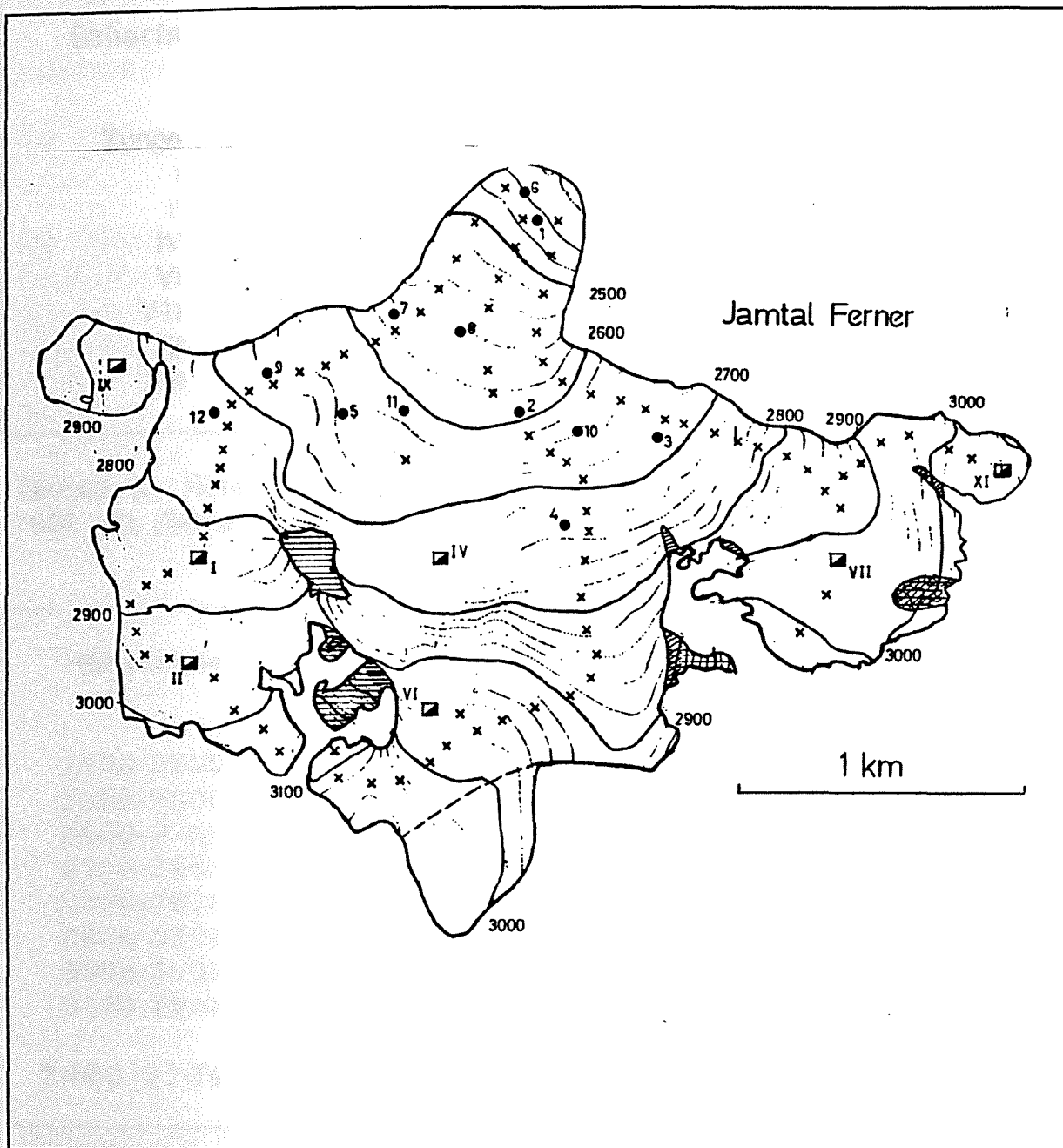


Abbildung 5: Lage der Schneeschächte (Quadrate), Sondierungen (Kreuze) und Pegel (Punkte) am Jamtal Ferner im Mai 1995 Die Meßergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe m	Tiefe cm	Dichte kg m ⁻³	Wasserwert mm
Zunge	2450	300	415	1250
I	2850	366	415	1520
II	2920	421	420	1770
IV	2730	348	410	1430
VI	2960	301	401	1210
VII	2920	326	477	1560
XI	3050	245	357	870
XII	2850	415	418	1740

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom Mai 1995 am Jamtal Ferner.

Höhenstufe m	Fläche km ²	Bilanz 10 ³ m ³	Wasserwert mm
2400-2500	0,114	142	1240
2500-2600	0,379	536	1410
2600-2700	0,634	932	1470
2700-2800	0,772	1154	1490
2800-2900	0,790	1076	1360
2900-3000	0,845	1245	1470
3000-3100	0,298	394	1320
3100-3200	0,014	20	1320
2400-3200	3,846	5497	1430

Tabelle 4: Winterbilanz des Jamtal Ferners nach Höhenstufen. Die Werte gelten für die Zeit vom 1. Oktober 1994 bis 1. Mai 1995.

Die Integration dieser 100 Werte über die einzelnen Höhenstufen ergibt unter Berücksichtigung der Orographie einen Wasserwert von

$$B_{wi} = 5,50 \times 10^6 \text{ m}^3$$

für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von 1430 mm. Tabelle 4 gibt die Winterbilanz des Jamtal Ferners, aufgeteilt nach Höhenstufen, wieder.

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 1995 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand vom 29. September bis 1. Oktober 1995 statt. Bedingt durch die Schneefälle Ende August 1995, die das Ende der Ablationsperiode für den gesamten Gletscher mit sich brachten, mußte zur Berechnung der Jahresbilanz eine von den anderen Jahren etwas abweichende Methode angewendet werden. Zunächst wurde eine Bilanz für die Zeit bis zum 27. August, dem letzten Tag vor den Neuschneefällen, erstellt, Abb. 6, und davon in den einzelnen Höhenstufen die durch Sondierungen, Schächte und Pegelablesungen bestimmten Neuschneewerte abgezogen. Insgesamt betrug die am 30. September 1995 am Gletscher abgelagerte Neuschneemenge 1,14 Mio m³ Wasser. Die spezifische Massenbilanz ist in den Tabellen 6 und 7 wiedergegeben.

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 5 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte der Pegel und die Jahresrücklagenwerte der Schächte in mm Wasser in Tabelle 5.

Pegel Nr.	Wasserwert mm	Pegel Nr.	Wasserwert mm
1	-2650	7	-300
2	-860	8	-1330
3	-290	9	-630
4	-20	10	-410
5	-300	11	-1020
6	-1710	12	-330

Schacht Nr.	Tiefe cm	Dichte kgcm ⁻³	Wasserwert mm
1	98	399	390
2	232	429	990
6	171	477	820
7	95	328	310
11	108	321	350

Tabelle 5: Wasserwerte der Pegel und Schächte am Jamtal Ferner am 30. 9. 1995.

Die aus diesen Messungen 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:

$$\begin{aligned} S &= S_c + S_a \\ B &= B_c + B_a \end{aligned}$$

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

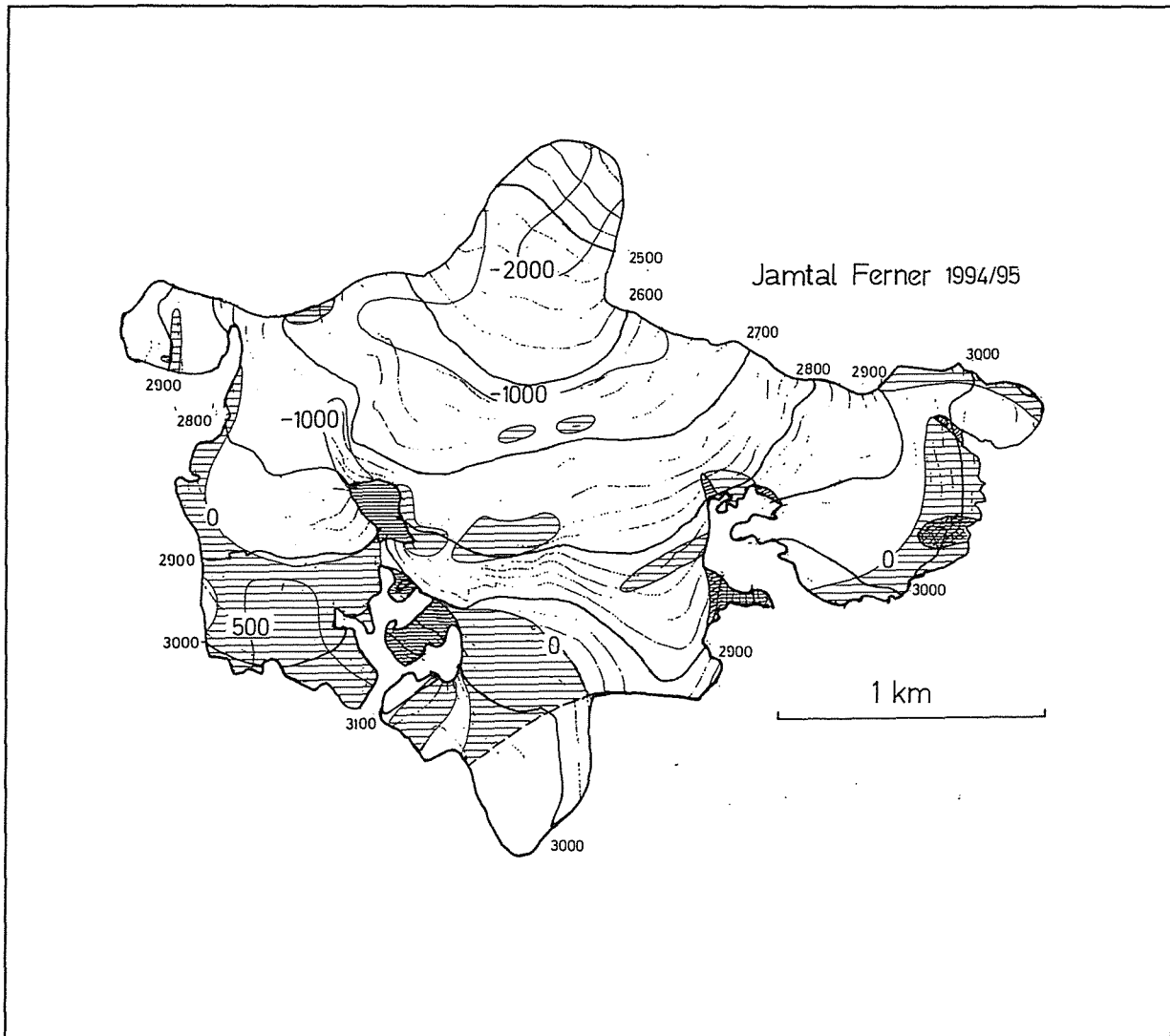


Abbildung 6: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent, gültig für den 27. 8. 1995.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt -bilanz	spezifische Bilanz		
			1994/95	Winter	Sommer
m	km ²	10 ³ m ³	mm	mm	mm
2400-2500	0,090	- 172	- 1910	1240	- 3150
2500-2600	0,367	- 448	- 1220	1410	- 2630
2600-2700	0,627	- 344	- 550	1470	- 2020
2700-2800	0,769	- 87	- 110	1490	- 1600
2800-2900	0,788	47	60	1360	- 1300
2900-3000	0,845	326	390	1470	- 1080
3000-3100	0,298	124	420	1320	- 900
3100-3200	0,014	1	50	1320	- 1270

Tabelle 6: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 1994/95 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m⁻².

Akkumulationsgebiet		Flächenverhältnis	
S _c	2,401 km ²	S _c /S	0,63
B _c	0,60 x 10 ⁶ m ³		
b _c	249 mm		
Ablationsgebiet		mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie	
S _a	1,397 km ²		
B _a	- 1,15 x 10 ⁶ m ³		2820 m
b _a	- 824 mm		
Bilanz			
S	3,798 km ²		
B	- 0,55 x 10 ⁶ m ³		
b	- 146mm		
Winter		Sommer	
B _{wi}	5,50 x 10 ⁶ m ³	B _{so}	- 6,05 x 10 ⁶ m ³
b _{wi}	1430 mm	b _{so}	- 1590 mm

Tabelle 7: Kennzahlen der Massenbilanz 1994/95 des Jamtal Ferners.

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 7 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 7 anschaulich dargestellt ist.

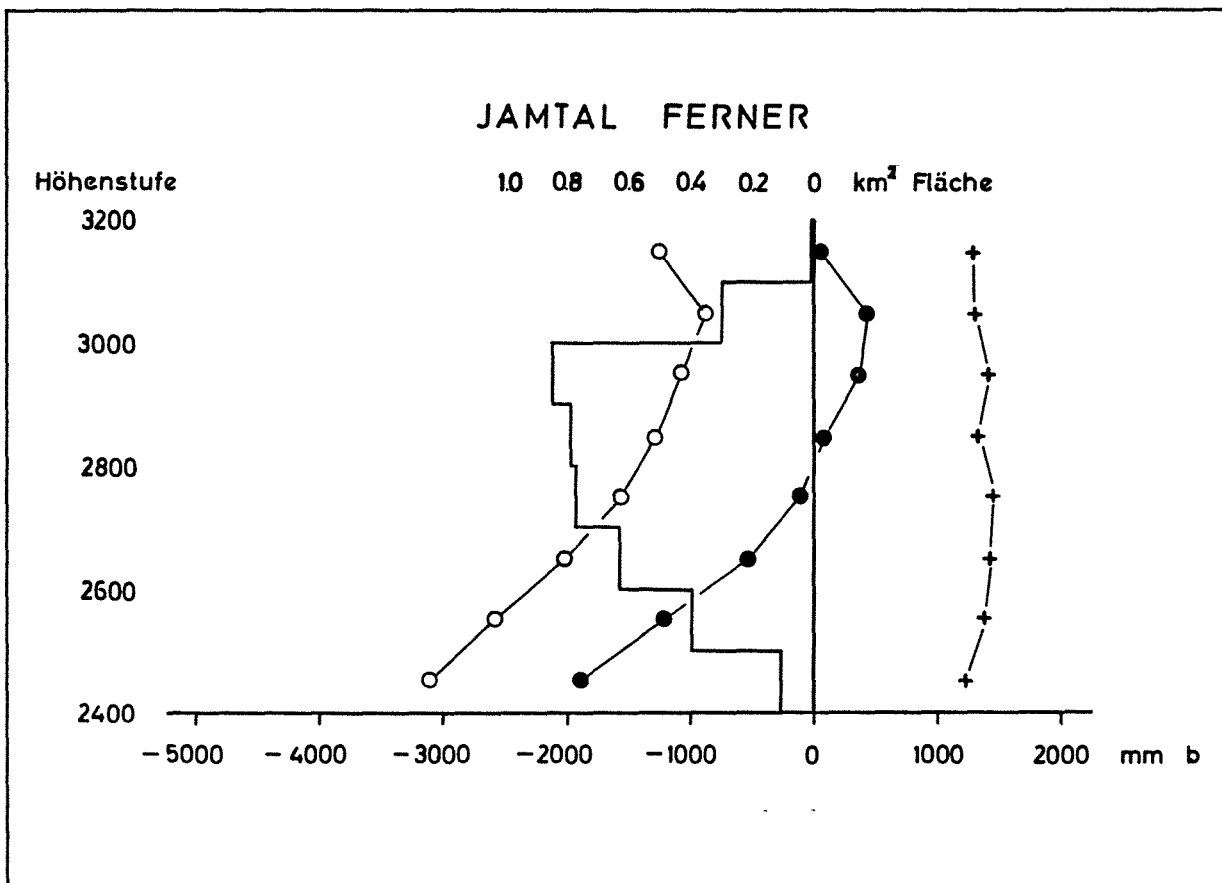


Abbildung 7: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.94 - 30.9.95 Punkte), der Winterbilanz b_{wi} (1.10.94- 30.4.95 Kreuze) und der Sommerbilanz b_{so} (1.5. - 30.9.95 Kreise) für 100-m-Höhenstufen .

Insgesamt brachte das Haushaltsjahr 1994/95 wieder eine schwach negative Bilanz, wie es in Tabelle 8 im Vergleich mit den Vorjahren zum Ausdruck kommt.

	b mm	b _{wi} mm	b _{so} mm	h m	Sc/S
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
1994/95	- 150	1430	- 1590	2830	0,63

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 1994/95:	- 7,1 m
seit 1969:	- 166,9 m

7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von M. Buchauer, W. Erlacher, D. Floricioiu, F. Jäger, M. Massimo, A. Neururer, T. Pichler, A. Schaffhauser, B. Siegele, W. Troger und U. Wörz 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.