

Jamtal Ferner

Massenhaushalt 1996/97

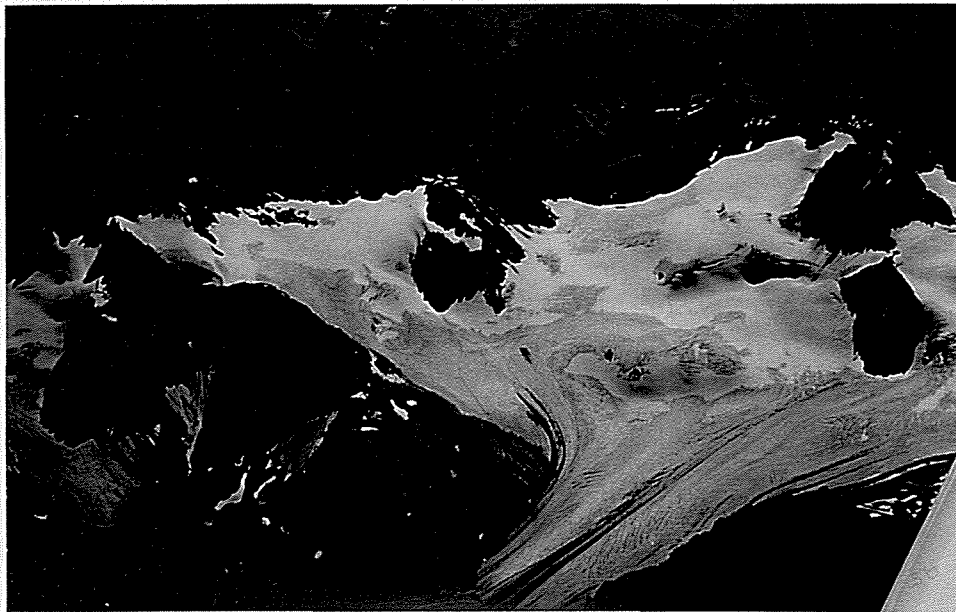


Abb. 1: Jamtal Ferner im Sommer 1996/97. Nord teilweise West
Abflussgebiet Nord

Tab. 1: Temperatur- und Niederschlagsmessungen im Sommer 1996/97

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

Jamtal Ferner Massenhaushalt 1996/97

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 1996/97.

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.

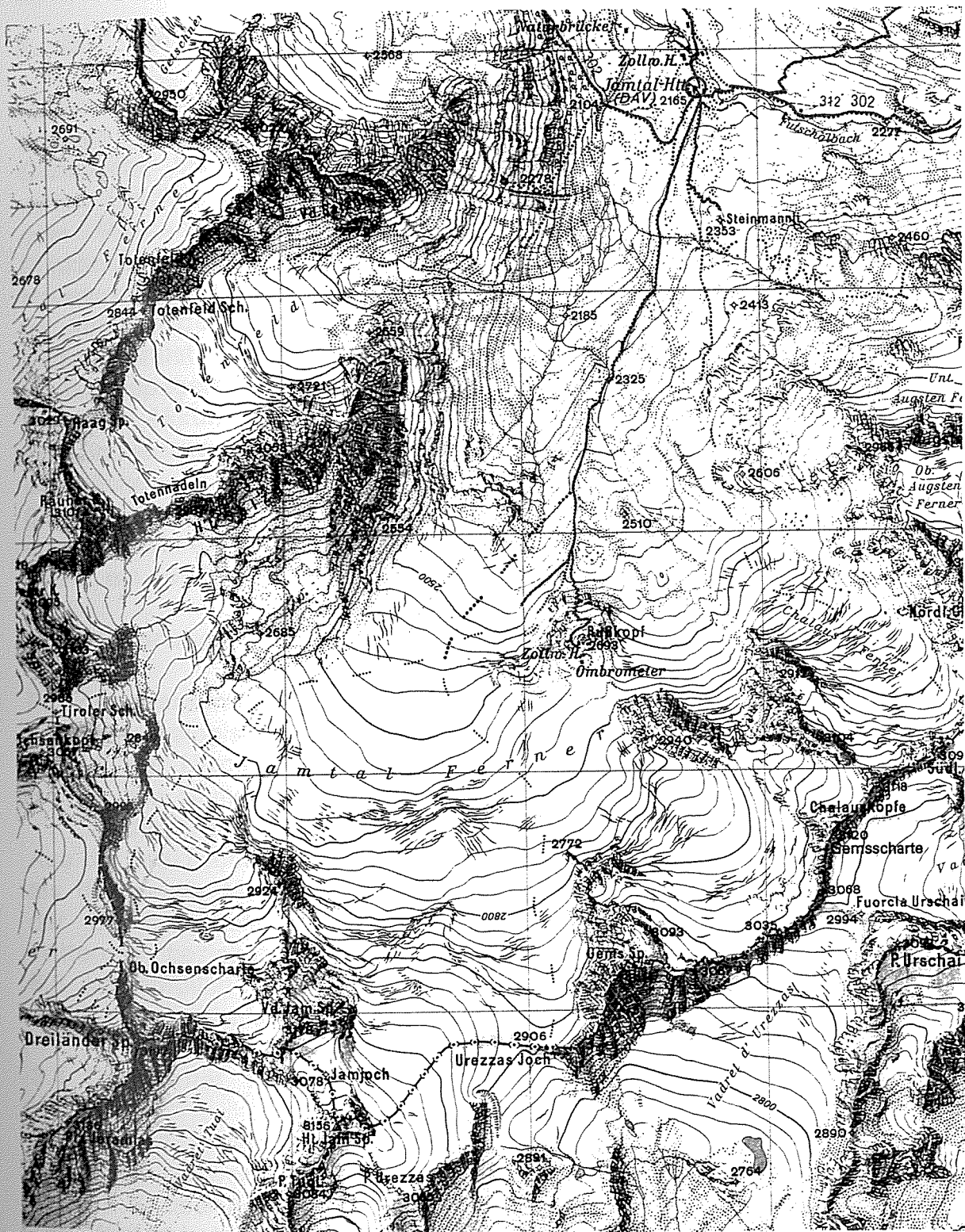


Abbildung 1: Karte des Jamtal Ferner, AV-Karte 1 : 25.000 (Ausgabe 1991, Gletscherstand 1952 - 1959).

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 vom 4. bis 6. 10. 1996, vom 28. bis 30. 4. 1997, am 19. 8. und vom 3. bis 5. 10. 1997 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 1996/97:

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 1996/97

Wie bereits in den Jahren zuvor war auch der Winter 1996/97 (Oktober bis April) zu warm. In Galtür lag er mit einer Temperatur von $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ um $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittelwert von 1951-1980.

Der Winterniederschlag betrug 478 mm und lag damit um 102 mm über dem langjährigen Durchschnitt. Besonders niederschlagsreich waren der Oktober und November. Im Oktober fielen 105 mm, das entspricht 184 % des langjährigen Mittelwertes, die Werte für den November betragen 146 mm bzw. 243 %. Zu trocken hingegen waren der Dezember mit 18 mm, 33 % des Mittels, und besonders der Jänner mit nur 9 mm, 16 %

Am Totalisator Jamtal Ferner Zunge wurden vom 4. 10. 1996 bis 28. 4. 1997 insgesamt 684 mm Niederschlag gemessen. Der mittlere Wasserwert der Schneedecke am Zungenende des Gletschers betrug Ende April 1500 mm. Davon sind aber 200 mm noch dem Haushaltsjahr 1995/96 zuzurechnen (Wasserwert des Schnees, der vor dem 1. 10. 1996 gefallen ist.). Somit verbleiben für den Wasserwert der Winterschneedecke vom 1. 10. 1996 bis zum 30. 4. 1997 1300 mm.

3.2 Der Sommer 1997

Der Sommer 1997 (Mai - September) war zu warm und vom Niederschlag her durchschnittlich. In Galtür betrug der Mittelwert der Temperatur 10,1 °C, das entspricht einer Abweichung von 0,8 °C. Zu kalt war nur der Juli, er war mit 10,2 ° um 0,6 ° zu kalt, viel zu warm waren August und September, der August mit 12,7 ° um 1,7 °, der September mit 9,5 ° um 1,3 °. Die Niederschlagssumme der fünf Sommermonate betrug 563 mm. Zu feucht waren die Monate Juni und Juli, zu trocken besonders der September.

Die Ablation von Eis begann beim Pegel 1 um Mitte Juni. Der Abbau der Schneedecke und die Eisablation schritten zunächst nur langsam fort, der August und besonders der zu warme und niederschlagsarme September bewirkten noch ein starkes Abschmelzen der Altschneedecke.

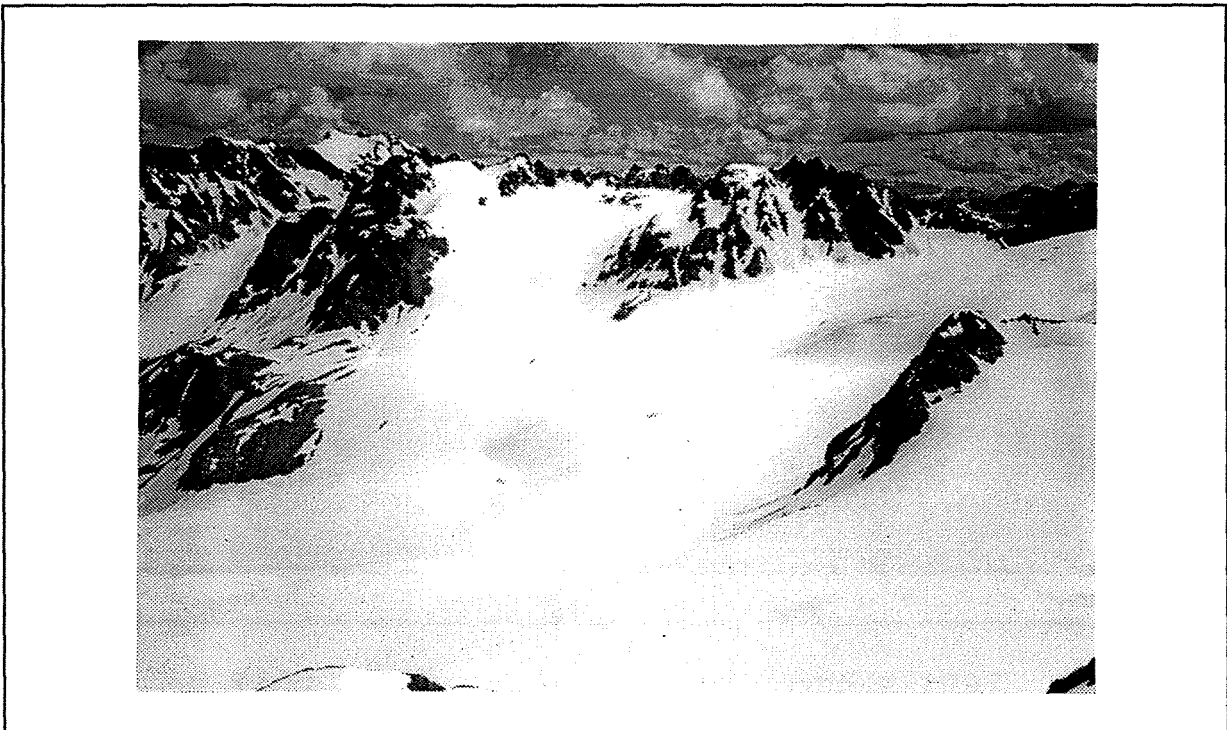
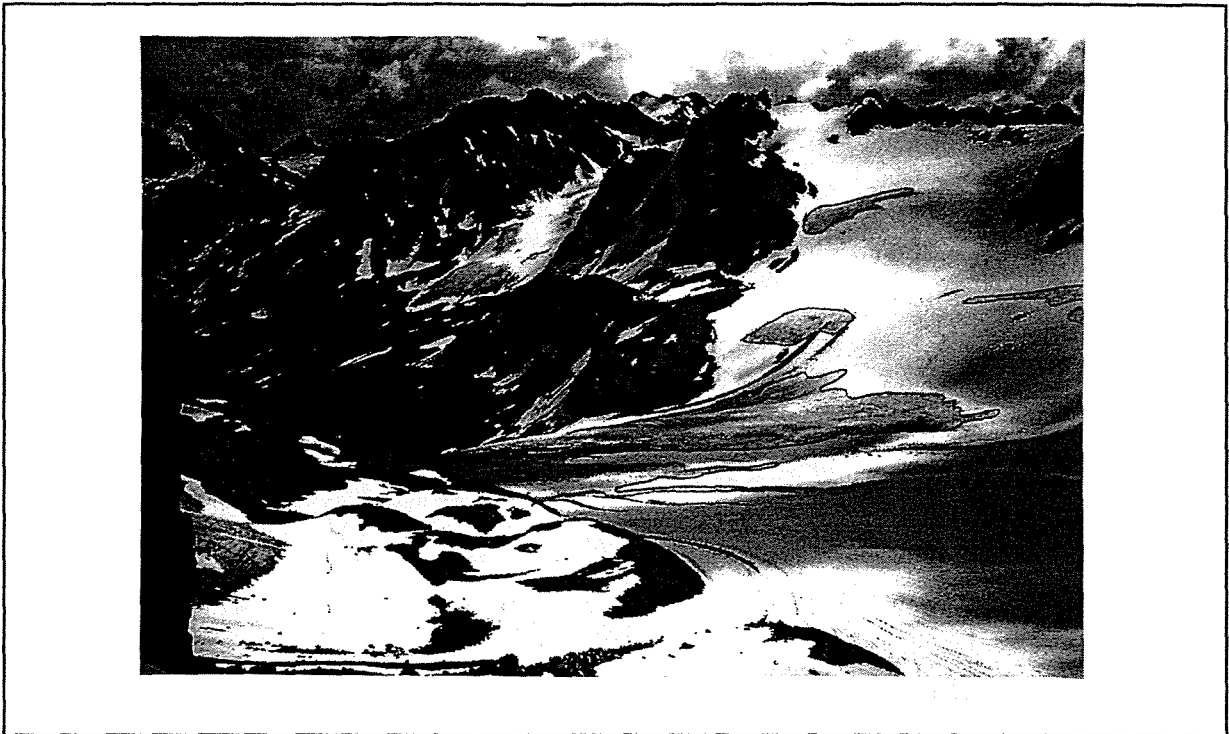


Abbildung 2: Jamtal Ferner am 28. 7. 1997.



Abbildungen 3 und 4: Jamtal Ferner am 19. 8. und 5. 9. 1997

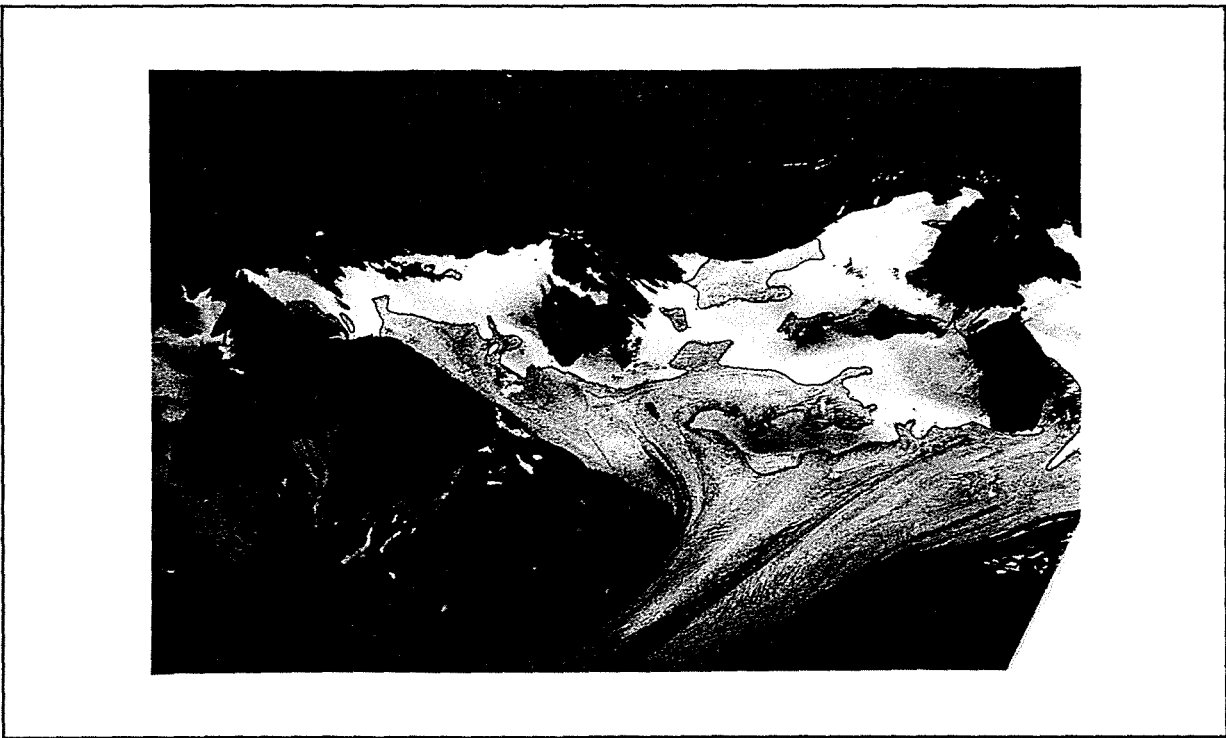


Abbildung 5: Jamtal Ferner am 29. 9. 1997

Die Abbildungen 2 - 5 zeigen die Schneebedeckung des orographisch rechten Teiles des Jamtal Ferners am 28. 7., 19. 8., 5. 9. und 29. 9. 1997.

Das hydrologische Jahr 1996/97 war in Galtür mit 3,6 ° C um 1,1 ° zu warm und mit 1041 mm um 99 mm zu feucht.

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	
	1996/97	Mittel 1951-1980	1996/97	Mittel 1951-1980
Oktober	4,0	3,6	105	57
November	- 0,8	-1,7	146	60
Dezember	- 5,5	-5,2	18	55
Januar	- 5,3	-6,3	9	55
Februar	- 2,7	-5,4	59	48
März	0,5	-2,4	62	51
April	- 0,2	1,2	79	50
Winter	- 1,4	- 2,3	478	376
Mai	7,1	6,1	62	76
Juni	10,2	9,6	173	118
Juli	10,8	11,5	167	144
August	12,7	11,0	125	140
September	9,5	8,2	36	88
Sommer	10,1	9,3	563	566
hydr. Jahr	3,6	2,5	1041	942

Tabelle 2: Klimadaten 1996/97 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 1996/97

4.1 Die Winterbilanz 1996/97

Vom 28. - 30. April 1997 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 bzw. Sommers gegraben, wobei die Identifikation dieses sogenannten Herbsthorizontes wie bereits im Vorjahr größere Schwierigkeiten bereitete. Besser und eindeutig zu erkennen war hingegen die Eisoberfläche bzw. die Firnoberfläche vom Ende des "Sommers" am 28. 8. 1996. Um die dem fixen Haushaltsjahr 1. 10. 1996 - 30. 4. 1997 entsprechende Rücklage zu bestimmen, mußte daher der aus den Schächten gewonnene Gesamtwasserwert um den Wasserwert des Schnees, der zwischen dem 28. 8. und dem 30. 9. 1996

gefallen ist, reduziert werden. Zwischen den Schächten wurde im Abstand von 300 Schritten die Schneetiefe sondiert. Abbildung 6 gibt die Lage der Schächte und der Sondierungen wieder, Tabelle 3 ihre Tiefe und Dichte sowie den Wasserwert.

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

$$B_{wi} = 5,31 \times 10^6 \text{ m}^3$$

für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von 1400 mm. Tabelle 4 gibt die Winterbilanz des Jamtal Ferners, aufgeteilt nach Höhenstufen, wieder.

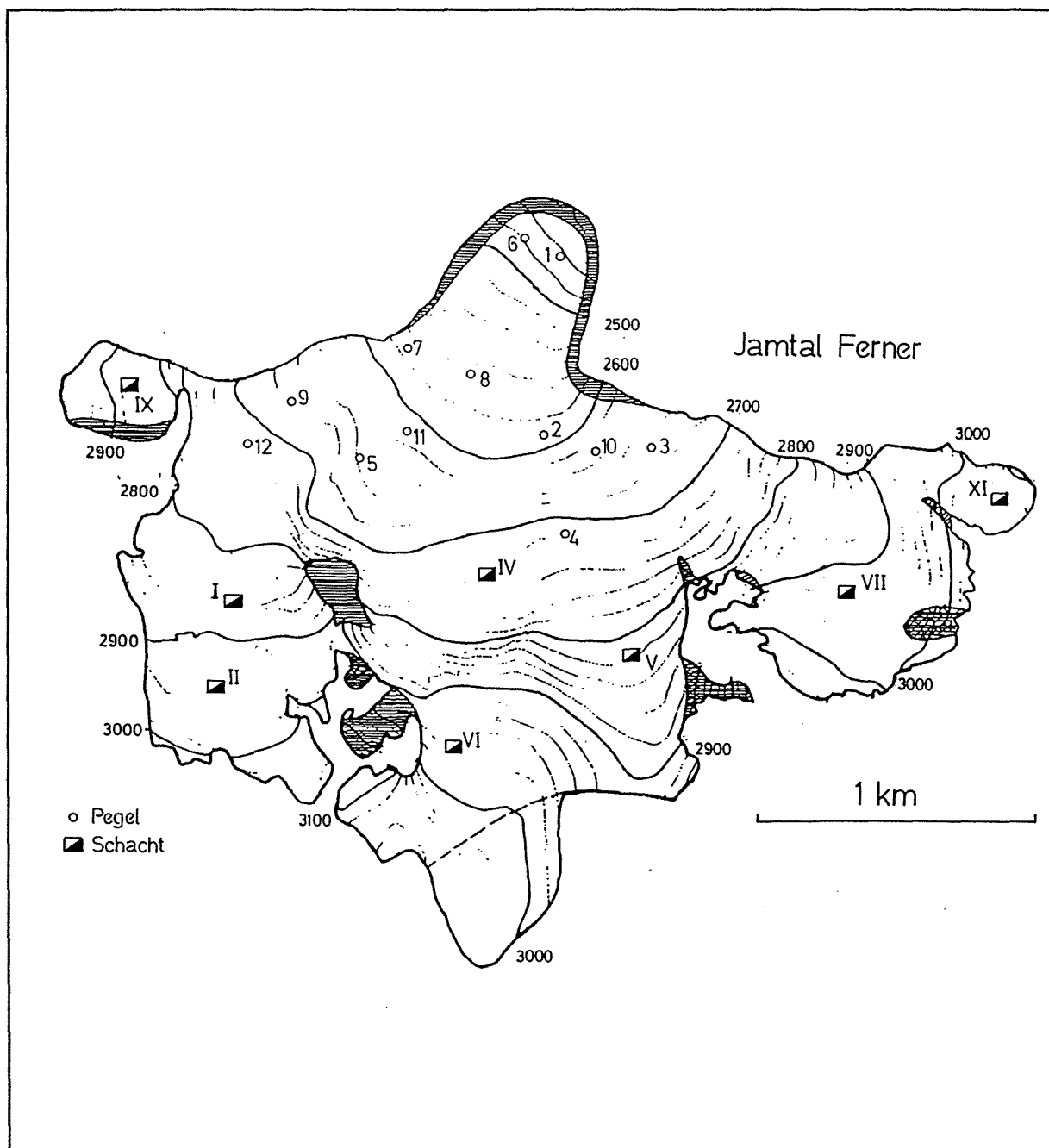


Abbildung 6: Lage der Schneeschächte (Quadrate) und Pegel (Punkte) am Jamtal Ferner im April 1997. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe m	Tiefe cm	Dichte kg m ⁻³	Wasserwert mm
Zunge	2450	365	390	1420
I	2850	444	390	1730
II	2920	463	390	1810
IV	2730	466	405	1890
VI	2960	475	387	1840
VII	2920	356	366	1300
IX	2850	470	395	1860
XI	3050	288	390	1120

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom April 1997 am Jamtal Ferner.

Höhenstufe m	Fläche km ²	Bilanz 10 ³ m ³	Wasserwert mm
2400-2500	0,087	113	1300
2500-2600	0,364	508	1400
2600-2700	0,625	909	1450
2700-2800	0,769	1115	1450
2800-2900	0,786	1050	1340
2900-3000	0,843	1196	1420
3000-3100	0,298	396	1330
3100-3200	0,014	18	1320
2400-3200	3,786	5305	1400

Tabelle 4: Winterbilanz des Jamtal Ferners nach Höhenstufen. Die Werte gelten für die Zeit vom 1. Oktober 1996 bis 1. Mai 1997.

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 1997 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand vom 3. bis 5. Oktober 1997 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 6 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	- 2890	7	- 1290
2	- 1350	8	- 1520
3	- 830	9	- 960
4	- 80	10	- 460
5	- 660	11	- 1420
6	- 2770	12	- 570

Schacht Nr.	Tiefe cm	Dichte kg m ⁻³	Wasserwert mm
I	47	583	270
II	136	562	770
VI	104	558	580
VII	89	557	500
XI	60	553	330

Tabelle 5: Wasserwerte der Pegel und Schächte am Jamtal Ferner am 30. 9. 1997.

Das Ergebnis dieser Messungen ist in Abbildung 7 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:

$$S = S_c + S_a$$

$$B = B_c + B_a$$

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

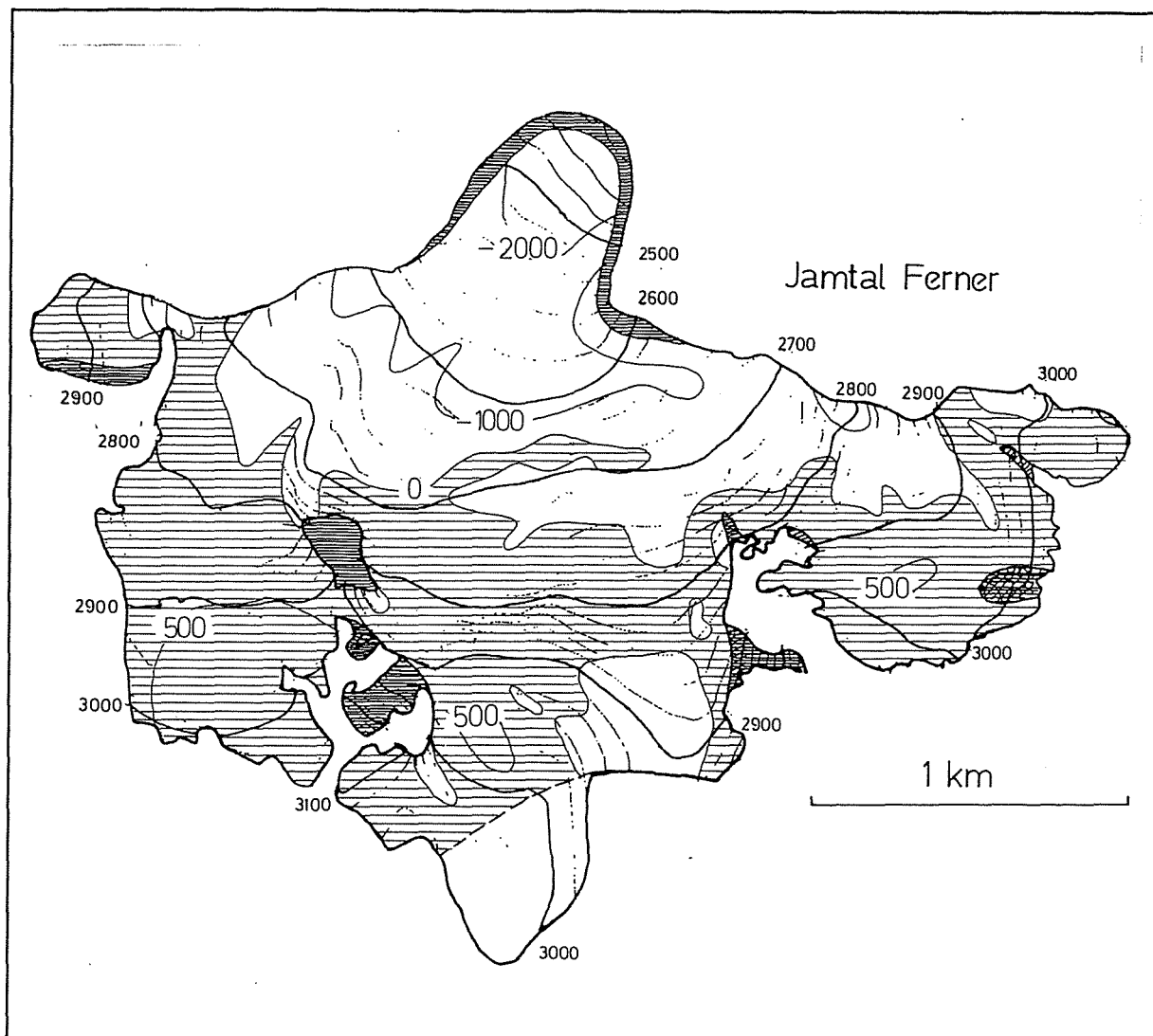


Abbildung 7: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent, gültig für den 30. 9. 1997. Die Flächen mit Nettoakkumulation sind rot schraffiert, die Teile des Gletschers, die seit der Kartenaufnahme ausgeapert sind, sind eng schraffiert.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt -bilanz	spezifische Bilanz		
			1996/97	Winter	Sommer
m	km ²	10 ³ m ³	mm	mm	mm
2400-2500	0,087	- 223	- 2560	1300	- 3860
2500-2600	0,364	- 553	- 1520	1400	- 2920
2600-2700	0,625	- 402	- 640	1450	- 2090
2700-2800	0,769	- 70	- 90	1450	- 1540
2800-2900	0,786	67	80	1340	- 1260
2900-3000	0,843	267	320	1420	- 1100
3000-3100	0,298	89	300	1330	- 1030
3100-3200	0,014	2	120	1320	- 1200

Tabelle 6: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 1996/97 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m⁻².

Akkumulationsgebiet		Flächenverhältnis	
S _c	2,104 km ²	S _c /S	0,56
B _c	0,62 x 10 ⁶ m ³		
b _c	297 mm		
Ablationsgebiet		mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie	
S _a	1,682 km ²		
B _a	- 1,44 x 10 ⁶ m ³		2800 m
b _a	- 860 mm		
Bilanz			
S	3,786 km ²		
B	- 0,82 x 10 ⁶ m ³		
b	- 217 mm		
Winter		Sommer	
B _{wi}	5,31 x 10 ⁶ m ³	B _{so}	- 6,13 x 10 ⁶ m ³
b _{wi}	1400 mm	b _{so}	- 1620 mm

Tabelle 7: Kennzahlen der Massenbilanz 1996/97 des Jamtal Ferners.

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 8 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 8 anschaulich dargestellt ist.

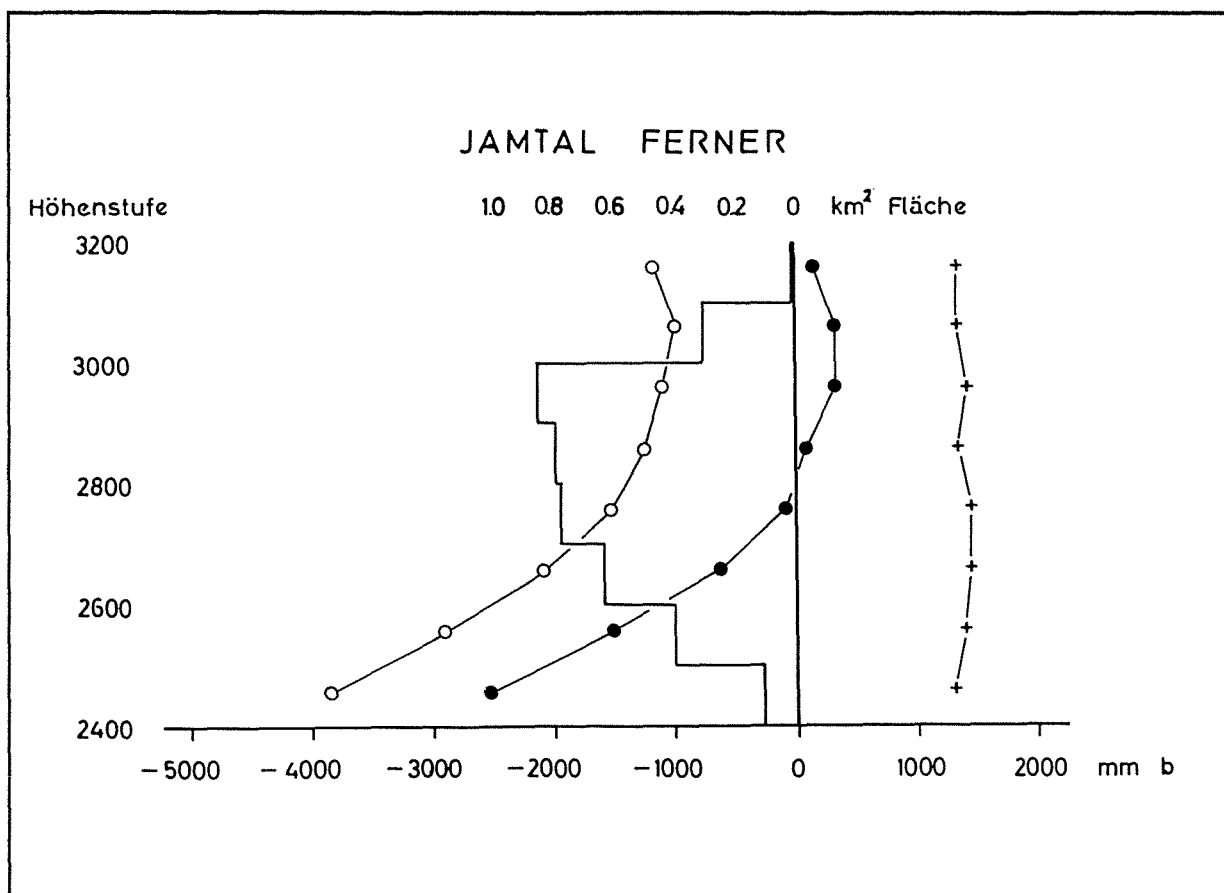


Abbildung 8: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.96 - 30.9.97 Punkte), der Winterbilanz b_{wi} (1.10.96 - 30.4.97 Kreuze) und der Sommerbilanz b_{so} (1.5. - 30.9.97 Kreise) für 100-m-Höhenstufen .

Insgesamt brachte das Haushaltsjahr 1996/97 wieder eine negative Bilanz, wie es in Tabelle 8 im Vergleich mit den Vorjahren zum Ausdruck kommt.

	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
1994/95	- 150	1430	- 1590	2820	0,63
1995/96	- 550	600	- 1150	2900	0,34
1996/97	- 220	1400	- 1620	2800	0,56

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	1996/97:	- 9,6 m
	seit 1969:	- 188,6 m

7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von H. Balassa, M. Butschek, T. Gittl, A. Gohm, R. Kaltenböck, J. Klein, C. Mallaun, I. Mayer, R. Mayr, J. Philipp, N. Span, M. Weißmann 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.