

Tabelle

Jamtal Ferner
Massenhaushalt 1989 / 90

Jamtal Ferner
Massenhaushalt 1989 / 90

Im Auftrag des Hydrographischen Dienstes der Tiroler Landesregierung hat das Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck im Herbst 1989 begonnen, den Massenhaushalt des Jamtal-Ferner mittels der direkten glaziologischen Methode zu bestimmen. Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Arbeiten und Ergebnisse des hydrologischen Jahr 1989/90.

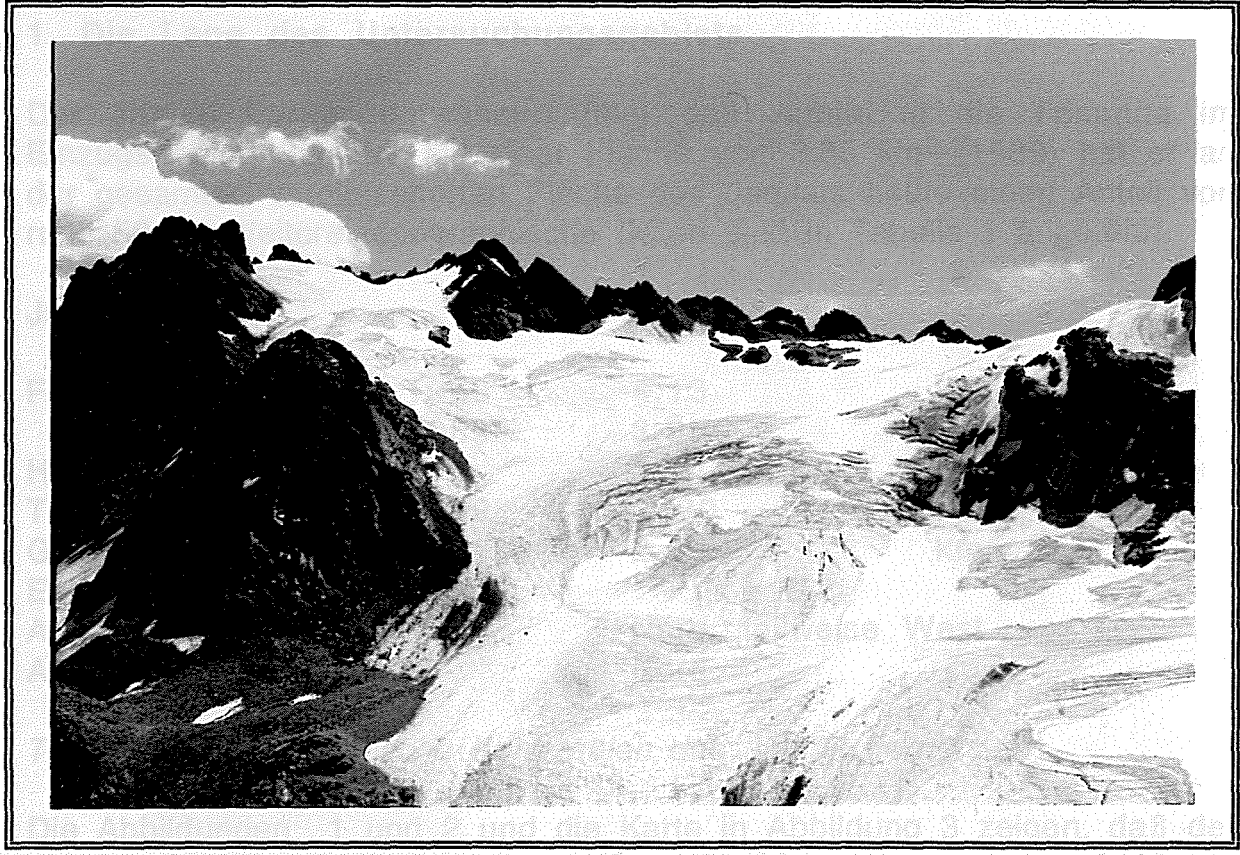


Abbildung 1: Die Gletscherzunge im Höhenbereich von etwa 2400 bis 2500 m ü. NN. Die knapp 2000 m Höhe folgt ein weites, zusammenhängendes Becken, das sich mit kurzen Steilschufen in mehrere

Bericht über Messungen des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck
Panorama vom Westrand des Gletschers aus aufgenommen. Der Blick reicht von der Chalauspitze (3120 m) im Westen über die Gerns Spitze (3114 m), die Vordere Jam-Spitze (3173 m) bis zur Dreiländer Späze (3127 m) im Süden. Das Umschlagbild ergänzt dieses Panorama nach links.

Jamtal Ferner

Massenhaushalt 1989 / 90



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

Jamtal Ferner Massenhaushalt 1989 / 90

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 1989/90.

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 (1989) 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
	1989	3,85	
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	1989	2420	m
Gletscherlänge	1989	2,5	km
Exposition			
Akkumulationsgebiet		Nord, teilweise West	
Ablationsgebiet		Nord	

Tabelle 1: Topographische Kennzahlen des Jamtal Ferners

Die Abbildungen 1 und 2 und die Karte in Abbildung 3 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 zeigt ein Panorama des oberen Teils des Jamtal Ferners, am 20.8.1990 vom Westrand des Gletschers aus aufgenommen. Der Blick reicht von den Chalausköpfen (3120 m) im Westen über die Gems Spitze (3114 m), die Vordere Jam Spitze (3178 m) bis zur Dreiländer Spitze (3127 m) im Süden. Das Umschlagbild ergänzt dieses Panorama nach links.



Abbildung 1: Panorama des oberen Teils des Jamtal Ferners, am 20. 8. 1990 vom Westrand des Gletschers aufgenommen. Von links: Chalausköpfe (3120 m), Gemsspitze (3114 m), Vordere Jamspitze (3178 m) und Dreiländerspitze (3127 m).

Abbildung 2 zeigt den westlichen Teil des Jamtal Ferners mit dem Ochsenkopf (3057 m) links, dem Tiroler Kopf (3095 m) in der Mitte und dem Grat zum Rauhen Kopf rechts. Abbildung 3 zeigt den Jamtal Ferner und seine Umgebung in der Alpenvereinskarte.



Abbildung 2: Westlicher Teil des Jamtal Ferners am 20. 8. 1990. Ochsenkopf (3057 m) links, Tiroler Kopf (3095 m) rechts.

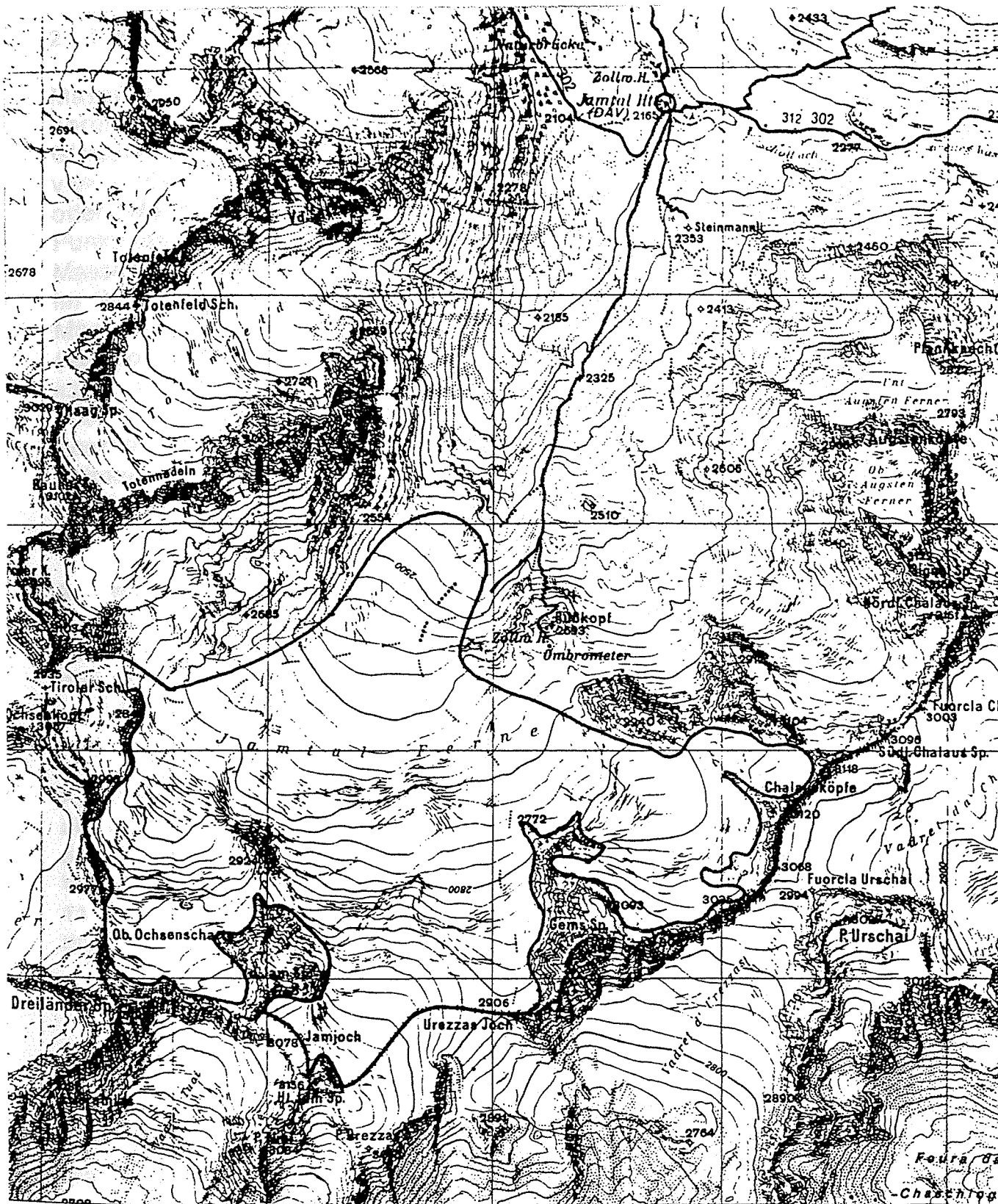


Abbildung 3: Karte des Jamtal Ferners, AV-Karte 1 : 25.000 (Ausgabe 1989, Gletscherstand 1957).

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 18. - 19. 10. 1989, am 6. 3., 8. - 10. 5., 24. 7., 20. 8. und am 26. - 27. 9. 1990 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 1989/90:

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. 11 km nördlich des Gletscherendes. Temperatur- und Niederschlagsdaten dieser Station sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

3.1 Der Winter 1989/90

Verglichen mit dem Zeitraum 1951 - 1980 war der Winter 1989/90 (Oktober bis April) in Galtür zu warm. Beträgt das langjährige Mittel - 2,3 ° C, so lag der Wert 89/90 mit -0,6 ° C um 1,7 ° C darüber. Dazu hat vor allem der Feber beigetragen, der um 4,6 ° C über dem Mittel lag. Nach einem zu kalten April setzte die Schneeschmelze später ein als normal. Der Winterniederschlag erreichte in Galtür mit 479 mm 127 % des langjährigen Mittels von 376 mm, wobei im Feber mit 233 mm fast 50 % des Winterniederschlags fielen.

3.2 Der Sommer 1990

Trotz eines zu warmen Mais und eines etwas zu warmen Augusts entsprach das Temperaturmittel (Mai - September) in Galtür mit 9,2 °C dem langjährigen Mittel von 9,3 °C. Auch der Niederschlag entsprach mit 549 mm dem Mittelwert von 566 mm, wobei die beiden Monate mit positiver Temperaturabweichung auch zu trocken waren, im August fiel sogar nur weniger als die Hälfte des normalen Niederschlags, im Juni dagegen 146 %. Eine fast dreiwöchige Schönwetterperiode im Juli, der geringe Niederschlag im August sowie die fehlenden Sommerschneefälle waren für die negative Massenbilanz des Jamtal Ferners ausschlaggebend. Die Neuschneefälle am 7., 10. und 18. September bremsen die Ablation in diesem Monat stark ein und mit dem Schneefall vom 24. 9. war die Ablationsperiode 1990 beendet.

Monat	Temperatur Grad C		Niederschlag mm	
	1989/90	1951-1980 Mittel	1989/90	1951-1980 Mittel
Oktober	4,6	3,6	49	57
November	-2,1	-1,7	30	60
Dezember	-2,2	-5,2	56	55
Januar	-3,5	-6,3	15	55
Februar	-0,8	-5,4	233	48
März	-0,1	-2,4	38	51
April	0,2	1,2	58	50
Winter	-0,6	-2,3	479	376
Mai	7,2	6,1	53	76
Juni	8,9	9,6	172	118
Juli	11,3	11,5	162	144
August	11,5	11,0	66	140
September	7,0	8,2	96	88
Sommer	9,2	9,3	549	566
hydr. Jahr	3,5	2,5	1028	942

Tabelle 2: Klimadaten 1989/90 an der Station Galtür

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 1989/90

4.1 Die Winterbilanz 89/90

Vom 8. - 10. Mai 1989 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 7 Schächte zwischen 2725 m und 3010 m Seehöhe bis zur Gletscheroberfläche des vergangenen Herbstes gegraben, wobei die Identifikation dieses sogenannten Herbsthorizontes keine Schwierigkeiten bereitete. Zwischen den Schächten wurde an 19 Stellen die Schneetiefe sondiert. Abbildung 4 gibt die Lage der Schächte und der Sondierungen wieder.

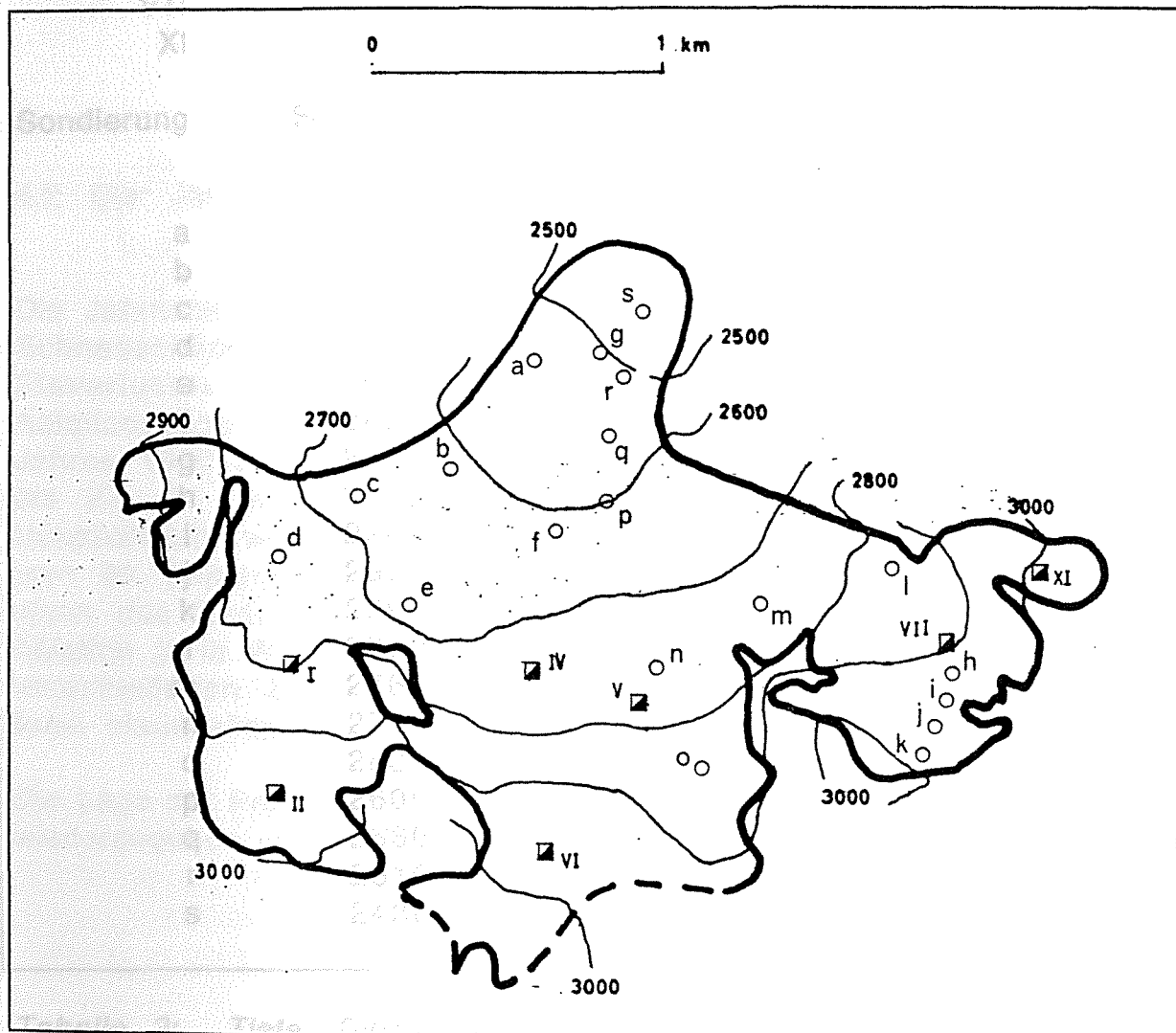


Abbildung 4: Lage der Schneeschächte (Quadrate) und Sondierungen (Kreise) im Mai 1990 am Jamtal Ferner. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe m	Tiefe cm	Dichte kg m ⁻³	Wasserwert mm
I	2810	300	433	1300
II	2940	353	431	1520
IV	2725	365	420	1530
V	2835	271	408	1110
VI	2970	229	407	930
VII	2900	276	427	1180
XI	3010	228	391	890

Sondierung	Seehöhe m	Tiefe cm	Dichte kg m ⁻³	Wasserwert mm
a	2540	300	420	1260
b	2610	315		1320
c	2680	310		1300
d	2745	285		1200
e	2690	260		1090
f	2600	330		1390
g	2520	320		1340
h	2920	320		1340
i	2945	200		840
j	2965	240		1000
k	2990	280		1180
l	2830	240		1000
m	2760	270		1130
n	2750	310		1300
o	2835	250		1050
p	2600	220		920
q	2560	240		1000
r	2510	270		1130
s	2430	180		760

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte und Sondierungen vom Mai 1990 am Jamtal Ferner. Alle Sondierungen wurden mit einer Dichte von 420 kg m⁻³ Wasseräquivalent in Wasserwerte umgerechnet.

Da vom 1. bis zum 10. Mai 1990 nur geringer Niederschlag fiel, gelten die Werte der Tabelle 3 für die fünf Monate von Oktober bis April, die hier als Winter bezeichnet werden.

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

$$B_{wi} = 4,46 \times 10^6 \text{ m}^3$$

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

$$b_{wi} = 1157 \text{ mm.}$$

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 1990 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand vom 26. bis 27. 9. 1990 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 im Herbst ist in Abbildung 5 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte in mm Wasser in Tabelle 4.

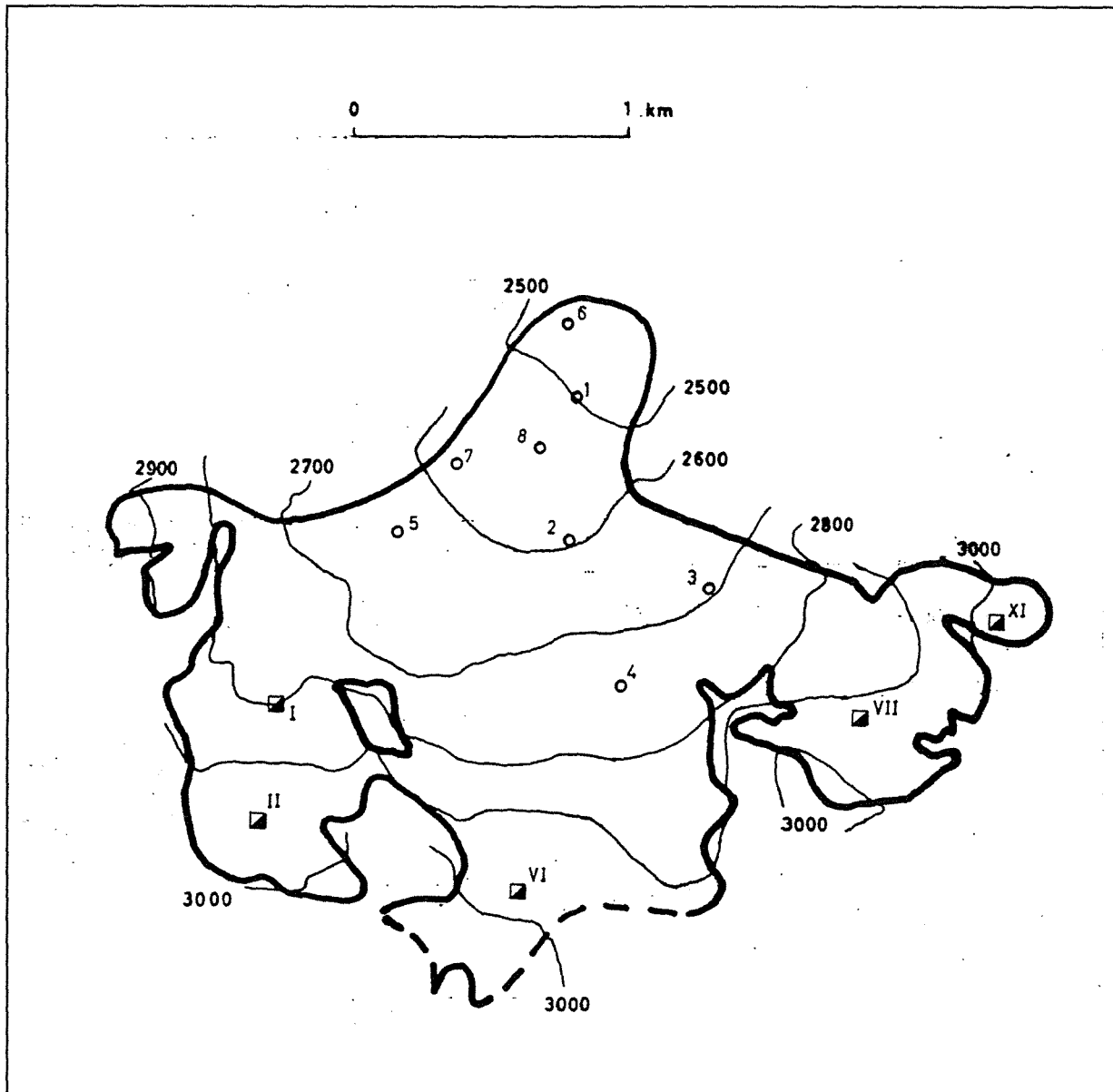


Abbildung 5: Die Lage der Schneeschächte (Quadrate) und der Pegel (Kreise) im Herbst 1990 am Jamtal Ferner. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg m ⁻³	mm
I	2810	22	221	50
II	2940	155	479	740
VI	2970	131	485	640
VII	2900	75	447	330
XI	3010	38	328	120
Pegel Nr.	Wasserwert mm	Pegel Nr.	Wasserwert mm	
1	2590	6	2910	
2	1400	7	1510	
3	770	8	1240	
4	760	9	570	
5	1480			

Tabelle 4: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte und Wasserwerte der Ablation an den Pegeln des Jamtal Ferners am 27. 9. 1990.

Zusätzlich zu den Bodenmessungen wurden noch Luftaufnahmen verwendet, um die Schneegrenzen und Rücklagenverteilung zwischen den Meßpunkten zu kartieren. Das Ergebnis dieser Messungen ist in Abbildung 6 in Form von Isolinien der Wasserwerte dargestellt, die daraus gewonnenen Haushaltswerte in den Tabellen 5 und 6.

In Tabelle 6 wurden die Jahreswerte auch nach Flächen mit Akkumulation S_c und Flächen mit 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:

$$S = S_c + S_a$$

$$B = B_c + B_a$$

$$b = B / S$$

$$b_c = B_c / S_c$$

$$b_a = B_a / S_a$$

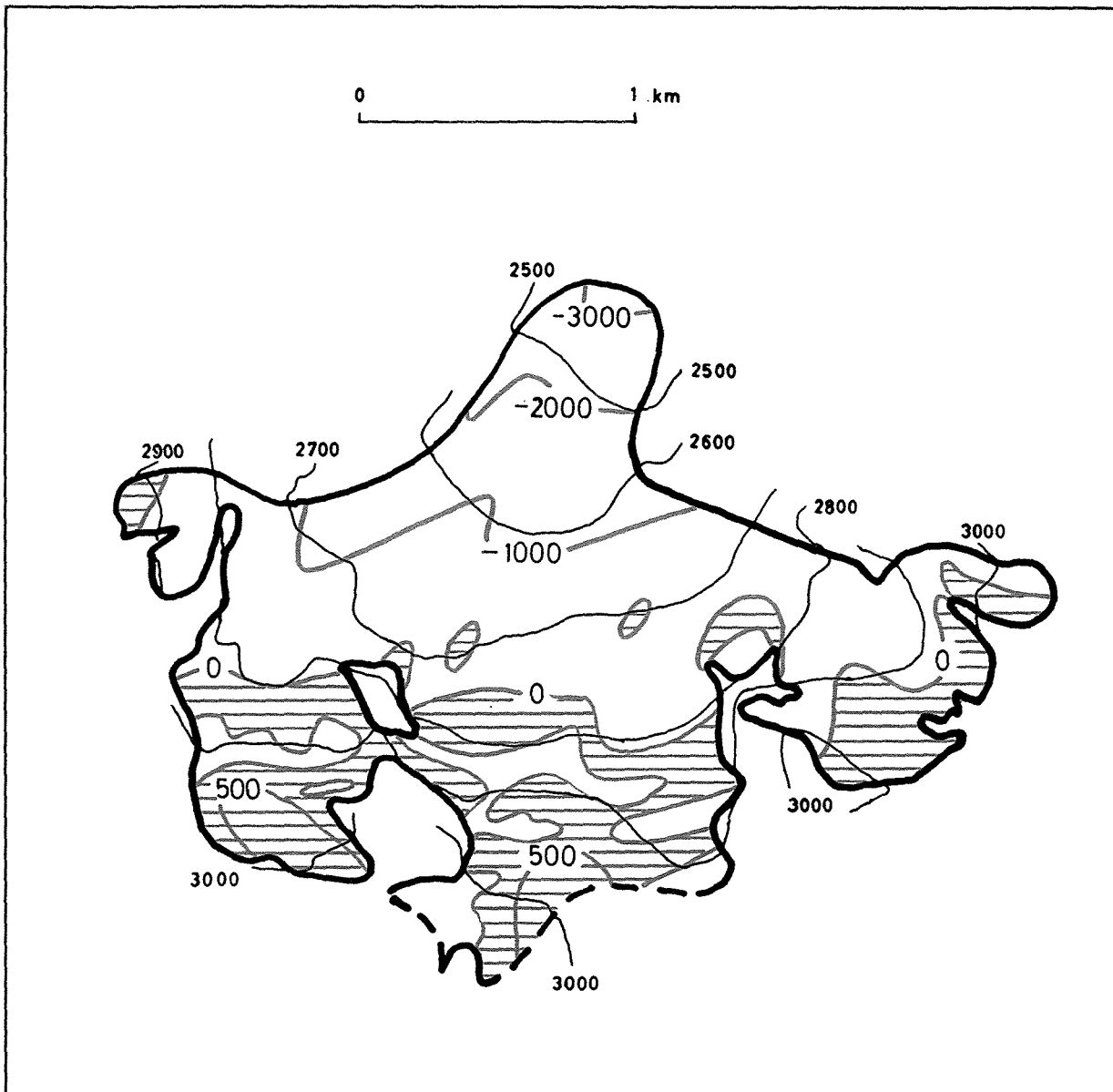


Abbildung 6: Isolinien des spezifischen Massenhaushalts am Jamtal Ferner 1989/90 in mm Wasseräquivalent.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt -bilanz	spezifische Bilanz		
			1988/89	Winter	Sommer
m	km ²	10 ³ m ³	mm	mm	mm
2400-2500	0,125	-333	-2660	760	-3420
2500-2600	0,344	-553	-1610	1170	-2780
2600-2700	0,668	-526	-790	1200	-1990
2700-2800	0,854	-290	-340	1290	-1630
2800-2900	0,798	-101	-130	1130	-1260
2900-3000	0,854	137	160	1140	-980
3000-3100	0,210	25	120	890	-770

Tabelle 5: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 1989/90 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Alle Bilanzwerte sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m⁻².

Akkumulationsgebiet		Flächenverhältnis	
S_c	1,231 km ²	S_c/S	0,32
B_c	$0,29 \times 10^6 \text{m}^3$		
b_c	236 mm		
Ablationsgebiet		mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie	
S_a	2,623 km ²		
B_a	$-1,93 \times 10^6 \text{m}^3$		2900 m
b_a	- 736 mm		
Bilanz			
S	3,854 km ²		
B	$-1,64 \times 10^6 \text{m}^3$		
b	-426 mm		
Winter	B_{wi}	$4,46 \times 10^6 \text{m}^3$	
	b_{wi}	1157 mm	
Sommer	B_{so}	$- 6,10 \times 10^6 \text{m}^3$	
	b_{so}	-1583 mm	

Tabelle 6: Kennzahlen der Massenbilanz des Jamtal Ferners 1989/90

Insgesamt erbrachte das glaziologische Haushaltsjahr 1989/90 einen Massenverlust von

$$B = -1,64 \times 10^6 \text{m}^3 \quad \text{oder}$$

$$b = - 426 \text{ mm oder kg m}^{-2}$$

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 7 wiedergegeben ist. Die Werte der Akkumulation B_c und b_c sind Jahresbilanzen der Akkumulationsfläche S_c , die der Ablation B_a und b_a gelten für S_a .

Naturgemäß ergibt sich bei den Jahresbilanzmessungen im Gegensatz zu den Wintermessungen eine starke Abhängigkeit der Ablations- und Akkumulationsbeträge mit der Höhe, wie es in Abb. 7 anschaulich dargestellt ist.

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

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

$$b_{so} = -1583 \text{ mm oder kg m}^{-2}$$

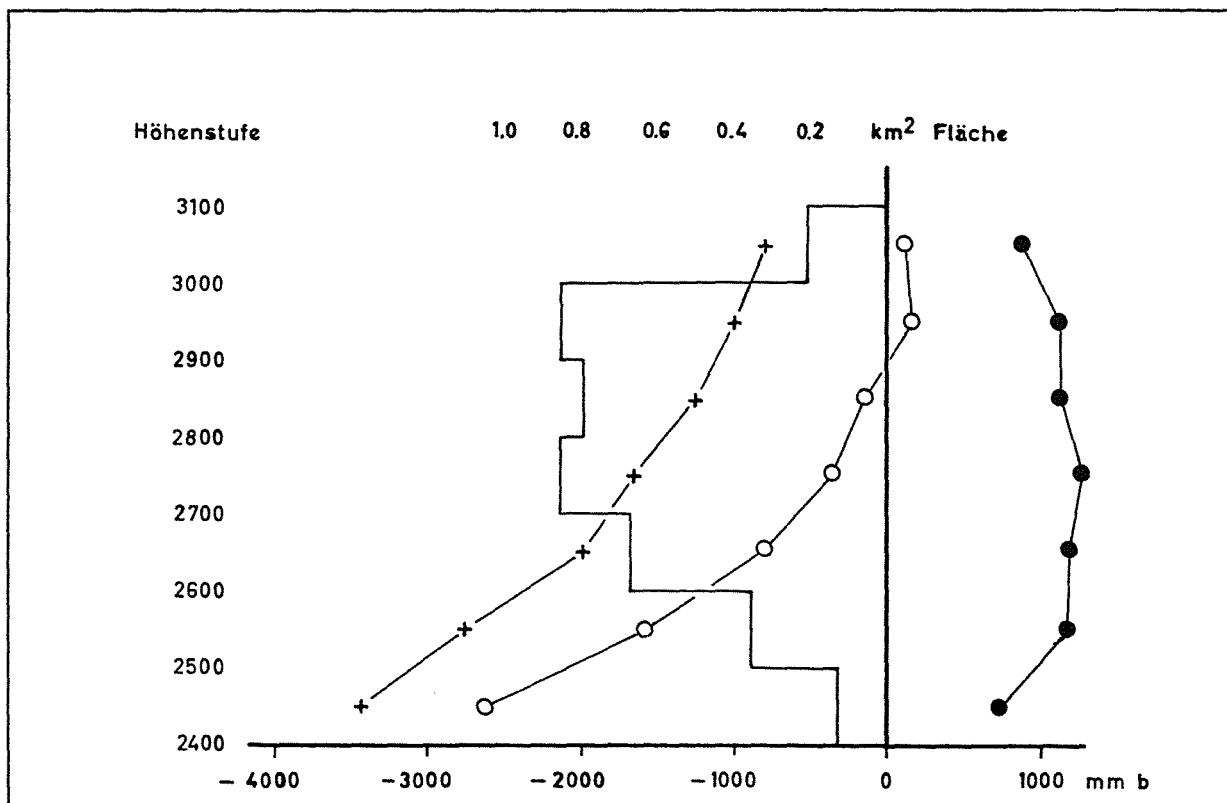


Abbildung 7: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.89 - 30.9.90 Kreise), der Winterbilanz b_{wi} (1.10.89 - 30.4.90 Punkte) und der Sommerbilanz b_{so} (1.5. - 30.9.90 Kreuze) für 100-m-Höhenstufen .

6. Längenänderungen der Gletscherzungen

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

Jamtal Ferner	1989/90:	- 3,7 m
	seit 1969:	-116 m

7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von E. Hagenauer, M. Herovitsch, U. Mast, A. Neururer, B. Nogglner, P. Pöschl, P. Rainer 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. W. Gattermayr vom Hydrographischen Dienst in Innsbruck und Herrn Dr. K. Gabl von der Wetterdienststelle Innsbruck gedankt.