

Ferdal

Jamtal Ferner  
Massenhaushalt 1990 / 91

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

**Massenhaushalt 1990 / 91**

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 1990/91.

Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes



Die Abbildungen 1 - 3 und die Karte in Abbildung 4 zeigen, daß der Jamtal Ferner eine kurze Zunge im Höhenbereich von etwa 2400 bis 3000 m in Kammlage, rund 3000 m Höhe, erstreckt. Abbildung 1 zeigt den östlichen Teil des Jamtal Ferners mit den Chalausköpfen (3120 m) links und der Garne Spitze (3114 m) rechts der Mitte. Abbildung 2 zeigt den westlichen Teil des Gletschers mit der Hinteren (3185 m) und Vorderen

## Jamtal Ferner Massenhaushalt 1990 / 91

### 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 1990/91.

#### 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 km<sup>2</sup> (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 <sup>2</sup>
	1989	3,85	
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	1989	2420	m
Gletscherlänge	1989	2,5	km
Exposition			
Akkumulationsgebiet		Nord, teilweise West	
Ablationsgebiet		Nord	

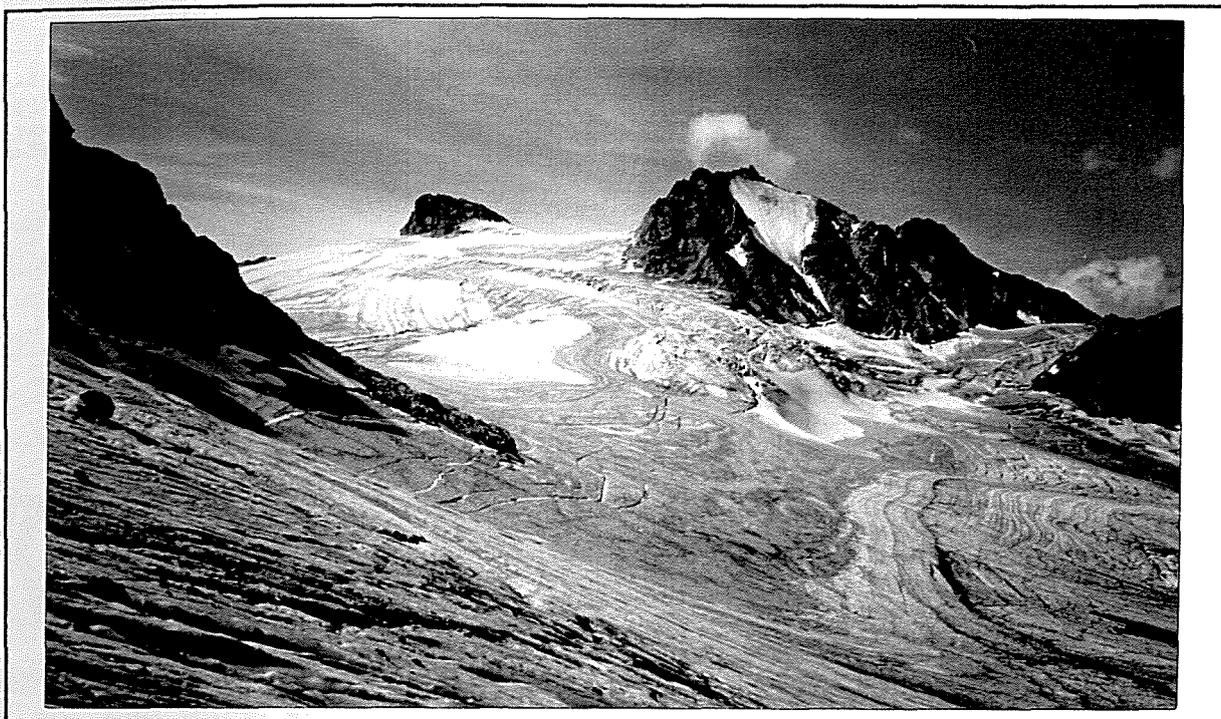
*Tabelle 1: Topographische Kennzahlen des Jamtal Ferners*

Die Abbildungen 1 - 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 zeigt den östlichen Teil des Jamtal Ferners mit den Chalausköpfen (3120 m) links und der Gerns Spitze (3114 m) rechts der Mitte, Abbildung 2 den mittleren Teil des Gletschers mit der Hinteren (3165 m) und Vorderen

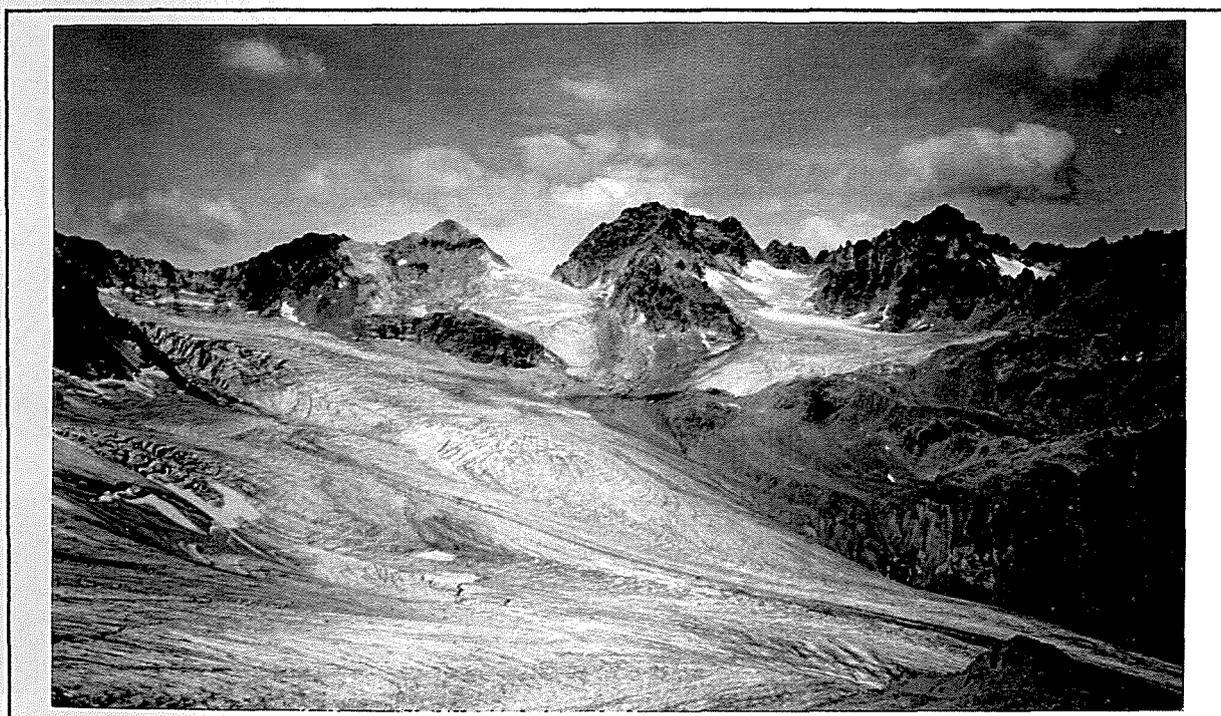
Jam Spitze (3178 m). Die Abbildung 3 zeigt den westlichen Teil des Jamtal Ferners mit Ochsenkopf (3057 m), Tiroler Scharte (2935 m, etwas verdeckt in Bildmitte) und den Tiroler Kopf (3095 m) sowie anschließend einen kleinen Gletscher, der vor zehn Jahren noch mit dem Jamtal Ferner verbunden war. Die Blickrichtungen der Aufnahmen sind in der Karte in Abbildung 4 eingetragen.



*Abbildung 1: Östlicher Teil des Jamtal Ferners mit den Chalausköpfen (3120 m) links und der Gams Spitze rechts, am 28. 8. 1991.*



*Abbildung 2: Mittlerer Teil des Jamtal Ferners am 28. 8. 1991. Hintere (3165 m) und Vordere Jam Spitze (3178 m).*



*Abbildung 3: Westlicher Teil des Jamtal Ferners am 28. 8. 1991. Von links: Ochsenkopf (3057 m), Tiroler Scharte (2935 m), Tiroler Kopf (3095 m) und Rauher Kopf (3101 m).*

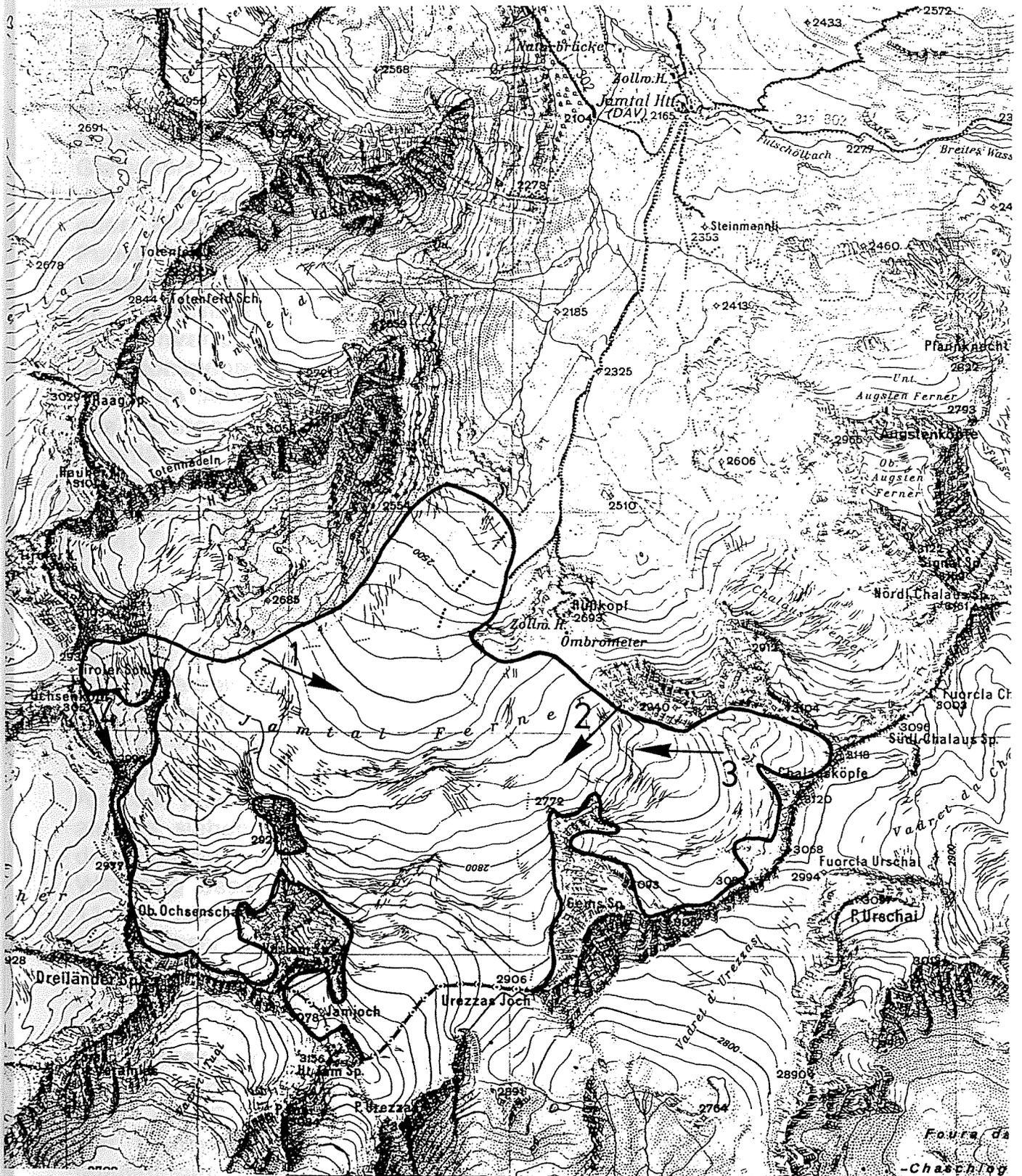


Abbildung 4: Karte des Jamtal Ferners, AV-Karte 1 : 25.000 (Ausgabe 1989, Gletscherstand 1957). Die Pfeile geben die Blickrichtung der Abbildungen 1 - 3 wieder.

## 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 26. - 27. 9. 1990, am 3. 4., 29. 4. - 2. 5., 4. 7., 30. 7., 28. 8. und am 9. 10. 1991 durchgeführt.

## 3. Witterungsverlauf 1990/91:

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 1990/91

Wie bereits in den Jahren zuvor, war auch der Winter 1990/91 überdurchschnittlich warm. In Galtür lag er mit einer Mitteltemperatur von  $-2,0\text{ °C}$  um  $0,3\text{ °C}$  über dem langjährigen Mittelwert von 1951 - 80. Der Winterniederschlag betrug in Galtür mit 323 mm nur 86 % des langjährigen Mittels, wobei besonders Dezember, Jänner und Feber deutlich zu trocken ausfielen. Im Totalisator an der Zunge des Jamtal Ferners wurden am Ende des Winters 612 mm Niederschlag gemessen, ein Wert, der gut mit dem Mittel des Wasserwerts der Schneedecke im Bereich der Gletscherzunge übereinstimmt (siehe Tabelle 3).

## 3.2 Der Sommer 1991

War der Beginn des Sommers viel zu kalt, der Mai sogar um 4 °C, der Juni noch um 1,1°C, so waren die Monate Juli, August und September dann im Schnitt um 1,3°C zu warm. Insgesamt lag die Sommermitteltemperatur um 0,3°C unter dem Mittelwert. Mit 534 mm fiel fast die mittlere Niederschlagsmenge von 566 mm, wobei die Monate Juni, Juli und September zu feucht waren, der August hingegen mit 48 mm statt 140 mm zu trocken. Wie bereits im Vorjahr kam es auch während des Hochsommers 1991 nur zu einem einzigen unbedeutenden Neuschneefall, der nur ganz kurz das Abschmelzen des Gletschereises verzögerte. Zugleich bewirkte die starke Verschmutzung der Schnee- und Eisoberfläche durch die zwei Saharastaubfälle vom 8. und 24. März eine verstärkte Ablation. Der Schneefall vom 27. und 28. September beendete die Ablationsperiode.

Galtür Monat	Temperatur Grad C		Niederschlag mm	
	1990/91	Mittel 1951-1980	1990/91	Mittel 1951-1980
Oktober	6,0	3,6	71	57
November	-2,1	-1,7	66	60
Dezember	-7,1	-5,2	37	55
Januar	-4,6	-6,3	33	55
Februar	-7,3	-5,4	27	48
März	1,5	-2,4	40	51
April	-0,2	1,2	49	50
Winter	<b>-2,0</b>	<b>-2,3</b>	<b>323</b>	<b>376</b>
Mai	2,1	6,1	70	76
Juni	8,5	9,6	143	118
Juli	12,9	11,5	166	144
August	12,1	11,0	48	140
September	9,6	8,2	107	88
Sommer	<b>9,0</b>	<b>9,3</b>	<b>534</b>	<b>566</b>
hydr. Jahr	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>	<b>857</b>	<b>942</b>

*Tabelle 2: Klimadaten 1990/91 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.*

#### 4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 1990/91

##### 4.1 Die Winterbilanz 90/91

Vom 29. April bis 2. Mai 1991 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 10 Schächte zwischen 2460 m und 3120 m Seehöhe bis zur Gletscheroberfläche des vergangenen Herbstes gegraben, wobei die Identifikation dieses sogenannten Herbsthorizontes keine Schwierigkeiten bereitete. Zwischen den Schächten wurde an 22 Stellen die Schneetiefe sondiert. Abbildung 5 gibt die Lage der Schächte und der Sondierungen wieder.

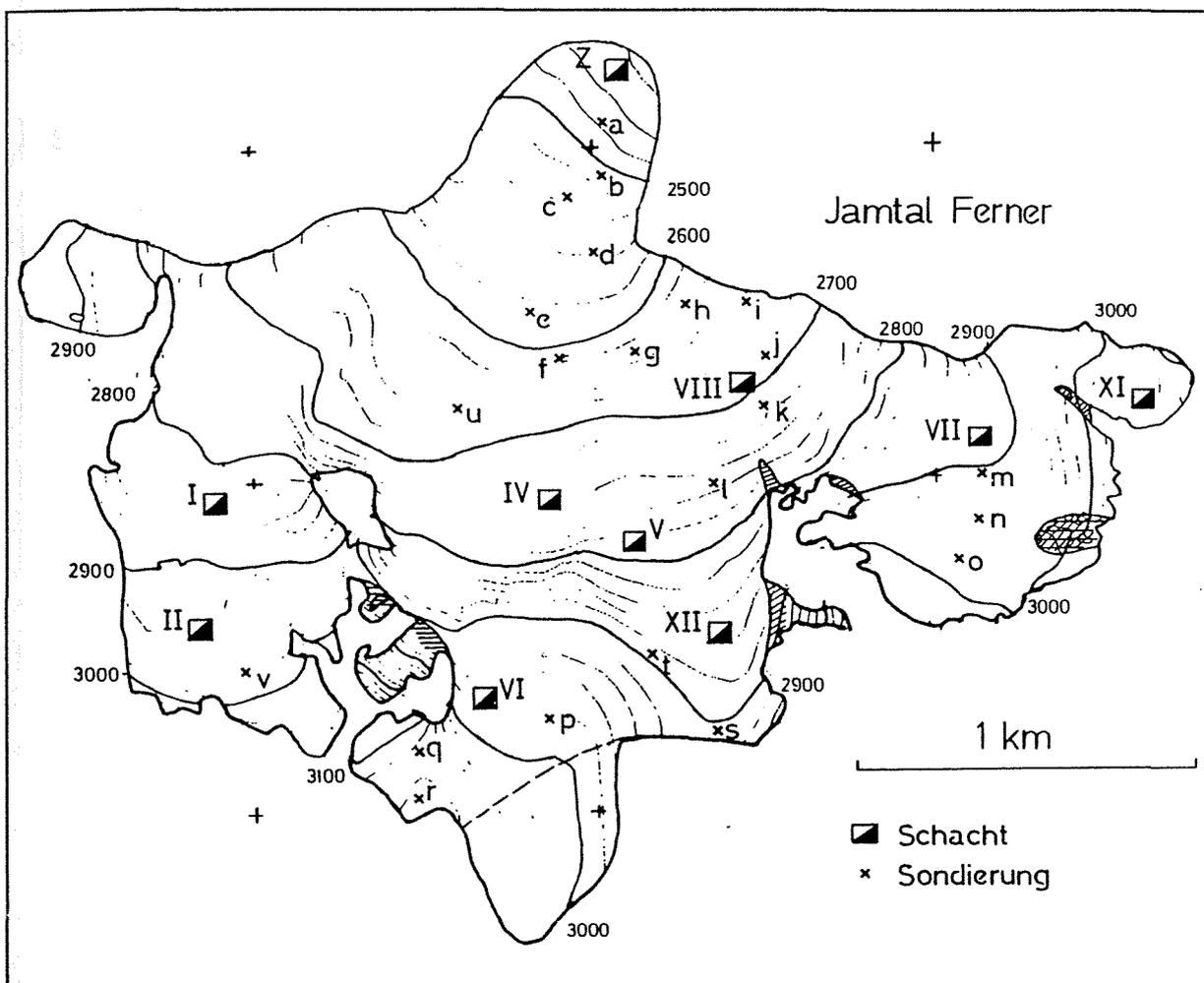


Abbildung 5: Lage der Schneeschächte (Quadrate) und Sondierungen (Kreuze) im Mai 1991 am Jamtal Ferner. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt

Schacht	Seehöhe m	Tiefe cm	Dichte kg m <sup>-3</sup>	Wasserwert mm
Zunge	2460	156	338	530
I	2810	235	360	850
II	2940	295	375	1100
IV	2725	207	365	750
V	2790	238	361	860
VI	2970	210	361	760
VII	2900	227	364	830
VIII	2700	203	364	740
XI	3010	242	372	900
XII		170	342	580
<b>Sondierung</b>				
a	2480	235	360	850
b	2500	190		680
c	2530	250		900
d	2560	200		720
e	2580	190		680
f	2610	195		700
g	2630	220		790
h	2640	240		860
i	2660	190		680
j	2690	185		670
k	2710	200		720
l	2750	200		720
m	2900	270		970
n	2940	255		920
o	2970	210		760
p	2980	240		860
q	3070	220		790
r	3090	130		470
s	2900	210		760
t	2900	210		760
u	2650	195		700
v	2980	285		1030

*Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte und Sondierungen vom Mai 1991 am Jamtal Ferner. Alle Sondierungen wurden mit einer Dichte von 360 kg m<sup>-3</sup> in Wasserwerte umgerechnet.*

Die Integration dieser 32 Werte über die einzelnen Höhenstufen ergibt unter Berücksichtigung der Orographie einen Wasserwert von

$$B_{wi} = 3,01 \times 10^6 \text{ m}^3$$

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

$$b_{wi} = 780 \text{ mm.}$$

#### 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 1991 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand am 9. 10. 1991 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 6 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte in mm Wasser in Tabelle 4.

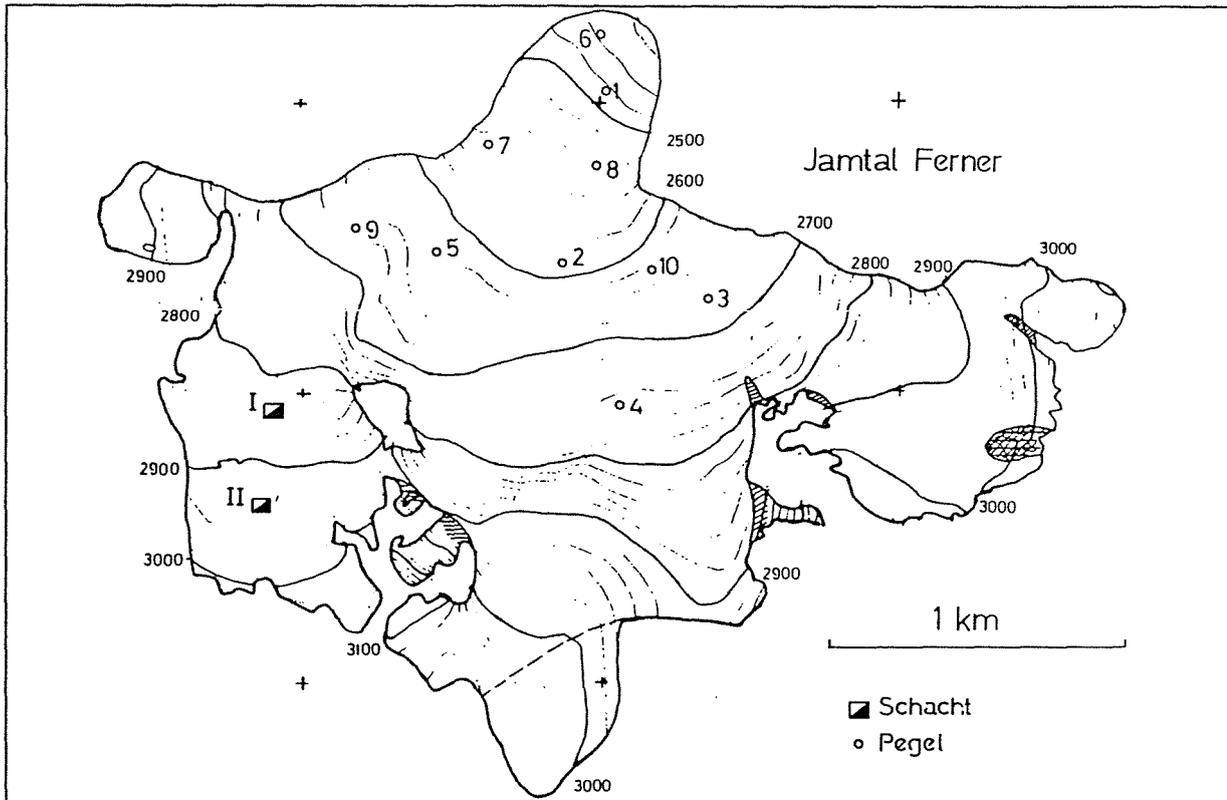


Abbildung 6: Die Lage der Schneeschächte (Quadrate) und der Pegel (Kreise) im Herbst 1991 am Jamtal Ferner. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe m	Tiefe cm	Dichte kg m <sup>-3</sup>	Wasserwert mm
I	2850	0	0	0
II	2930	89	450	400
Pegel Nr.	Wasserwert mm	Pegel Nr.	Wasserwert mm	
1	-3930	6	-3510	
2	-3060	7	-2510	
3	-2320	8	-3230	
4	-2040	9	-2470	
5	-2390	10	-2230	

Tabelle 4: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte und Wasserwerte der Ablation an den Pegeln des Jamtal Ferners am 30. 9. 1991.

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 7 in Form von Isolinien der Wasserwerte dargestellt, die daraus gewonnenen Haushaltswerte in den Tabellen 5 und 6. Das Umschlagbild ist eine Luftaufnahme vom 4. 9. 91.

Die Sommerbilanz in den Tabellen 5 und 6 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 6 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:

$$S = S_c + S_a$$

$$B = B_c + B_a$$

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

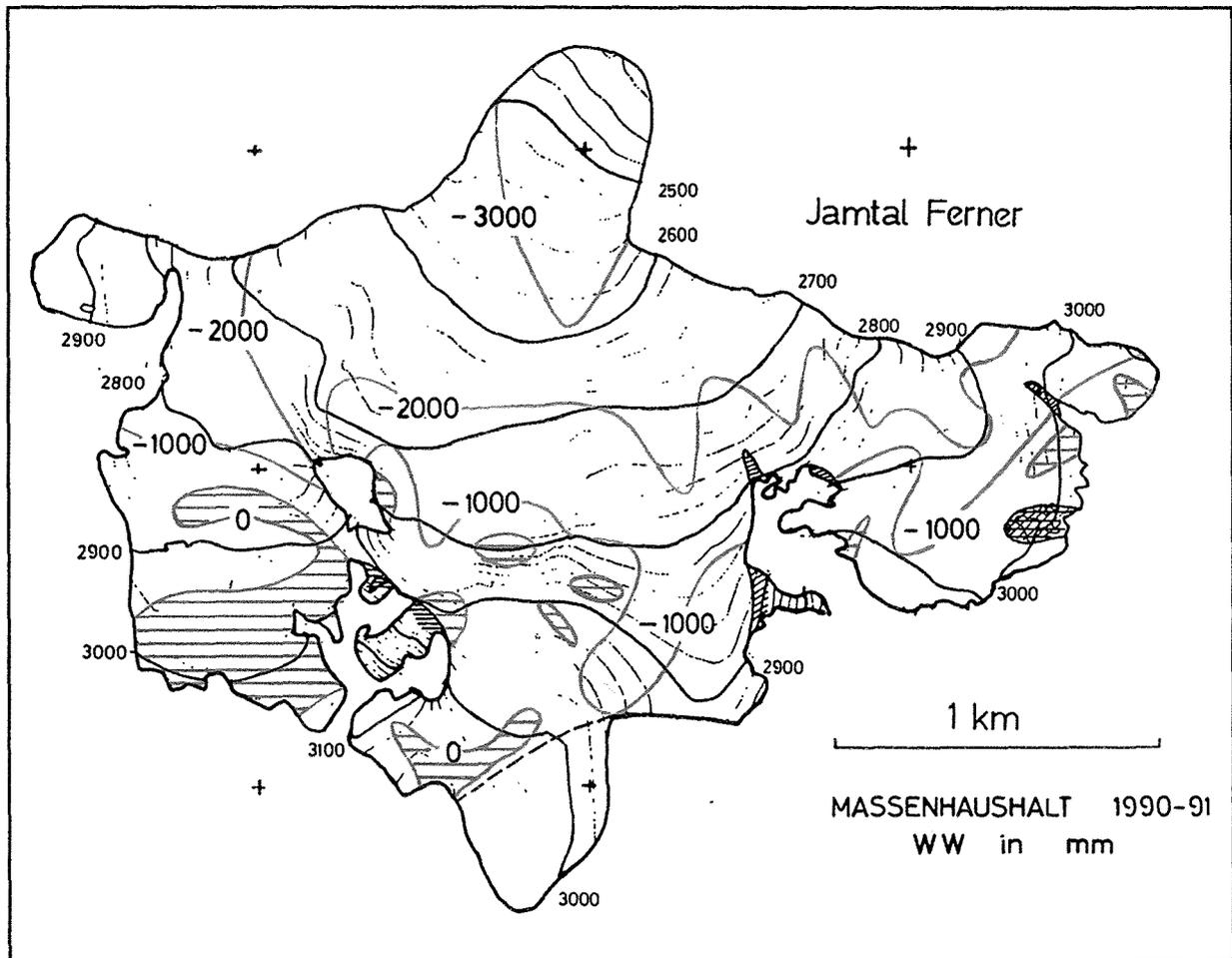


Abbildung 7: Isolinien des spezifischen Massenhaushalts 1990/91 am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent.

Höhenstufe	Fläche km <sup>2</sup>	Gesamt -bilanz 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	spezifische Bilanz		
			1990/91 mm	Winter mm	Sommer mm
2400-2500	0,114	-413	-3620	690	-4310
2500-2600	0,379	-1099	-2900	750	-3650
2600-2700	0,634	-1366	-2160	730	-2890
2700-2800	0,772	-1225	-1590	760	-2350
2800-2900	0,790	-794	-1000	750	-1750
2900-3000	0,845	-526	-620	900	-1520
3000-3100	0,298	-108	-360	800	-1160
3100-3200	0,014	-3	-250	700	-950

*Tabelle 5: Die spezifische Massenbilanz 1990/91 am Jamtal Ferner nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Alle Bilanzwerte sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m<sup>-2</sup>.*

Akkumulationsgebiet			Flächenverhältnis	
	S <sub>c</sub>	0,383 km <sup>2</sup>	S <sub>c</sub> /S	0,10
	B <sub>c</sub>	0,07 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		
	b <sub>c</sub>	180 mm		
Ablationsgebiet			mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie	
	S <sub>a</sub>	3,463 km <sup>2</sup>	über Kammniveau	
	B <sub>a</sub>	-5,61 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		
	b <sub>a</sub>	-1620 mm		
Bilanz				
	S	3,846 km <sup>2</sup>		
	B	-5,53 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		
	b	-1440 mm		
	Winter		Sommer	
	B <sub>wi</sub>	3,01 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	B <sub>so</sub>	-8,54 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	b <sub>wi</sub>	780 mm	b <sub>so</sub>	-2220 mm

*Tabelle 6: Kennzahlen der Massenbilanz des Jamtal Ferners 1990/91*

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 8 wiedergegeben ist. Am Ende des Sommers 1991 war der Begriff "mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie" auf den Jamtal Ferner nicht mehr anwendbar. Zwar gibt es in Abb. 7 noch Flächen mit positiver Jahresbilanz, Mittelwerte für einzelne Höhenstufen sind aber durchwegs negativ.

Naturgemäß ergibt sich bei den Werten der Sommer- und Jahresbilanz im Gegensatz zu den Wintermessungen eine starke Abhängigkeit von der Höhe, wie es in Abb. 8 anschaulich dargestellt ist.

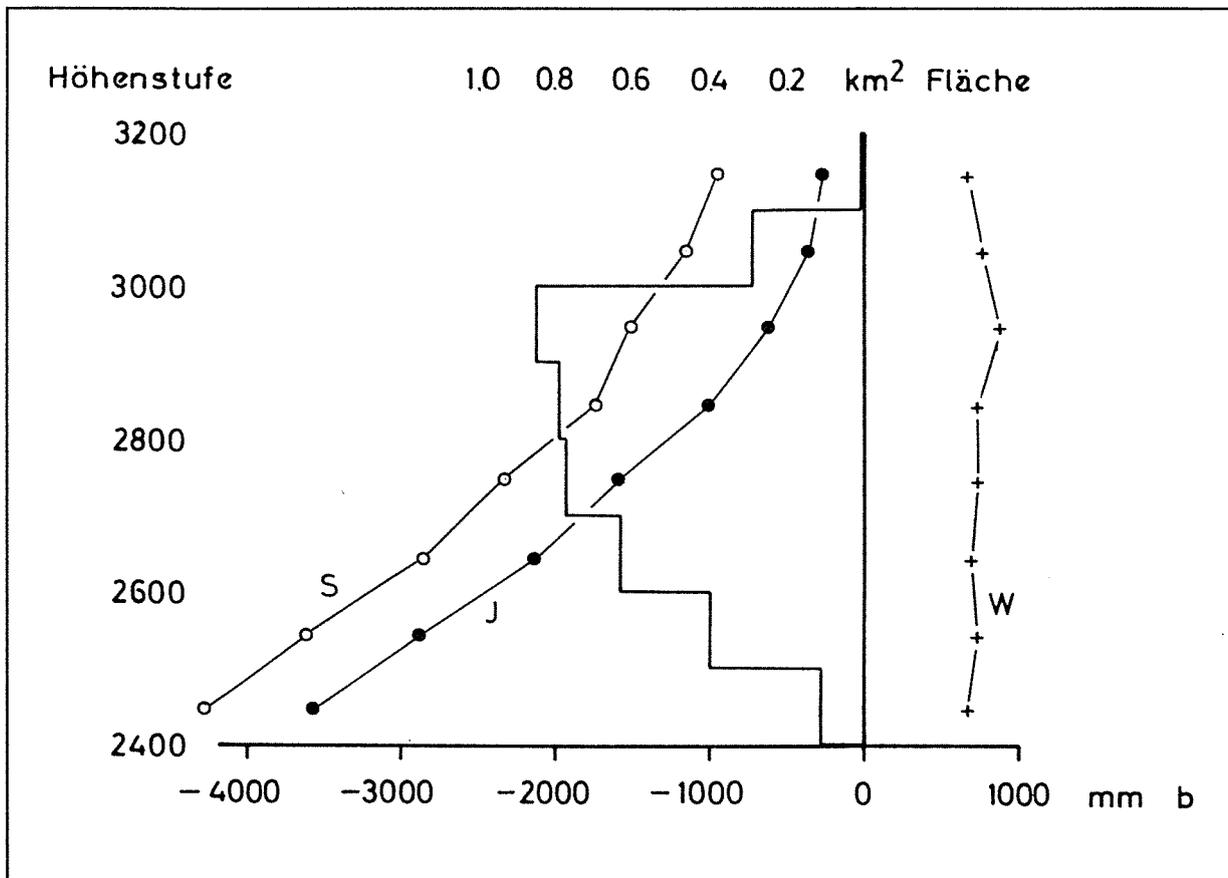


Abbildung 8: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz  $b$  (1.10.90 - 30.9.91, Punkte), der Winterbilanz  $b_{wi}$  (1.10.90 - 30.4.91 Kreuze) und der Sommerbilanz  $b_{so}$  (1.5. - 30.9.91, Kreise) für 100-m-Höhenstufen.

Insgesamt brachte das Haushaltsjahr 1990/91 eine extrem negative Bilanz. Das kommt nicht nur im Vergleich mit den beiden Vorjahren in Tabelle 7 zum Ausdruck, sondern zeigt sich auch in der langen Massenbilanzreihe der Öztaler Gletscher.

	b mm	b <sub>wi</sub>	b <sub>so</sub>	h m	S <sub>c</sub> /S
1988/89	- 440	1050	-1490	2870	0,34
1989/90	- 430	1150	-1580	2900	0,32
1990/91	- 1440	780	-2220	-	0,10

Tabelle 7: 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 1990/91:	- 14,6 m
seit 1969:	- 130 m

## 7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von U. Mast, A. Neururer, B. Nogglar, P. Pöschl, U. Wörz und E. Schlosser 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.