

# **Jamtal Ferner**

## **Massenhaushalt 2002/2003**



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

## Jamtal Ferner Massenhaushalt 2002/2003

### 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 2002/2003

#### 1. Die Lage des Untersuchungsgebiets

Der Jamtal Ferner entwässert über das Jamtal in die Trisanna im Einzugsgebiet des Inn. Mit einer Fläche von 3,5 km<sup>2</sup> hat er an der gesamten vergletscherten Fläche des Jamtals heute einen Anteil von rund 50 %. Weitere topographische Daten sind in Tabelle 1 angeführt.

<b>Jamtal Ferner</b>			
Fläche im Jahr	1969	4.13	km <sup>2</sup>
	2003	3.46	km <sup>2</sup>
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	2003	2420	m
Gletscherlänge	2003	2.4	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.

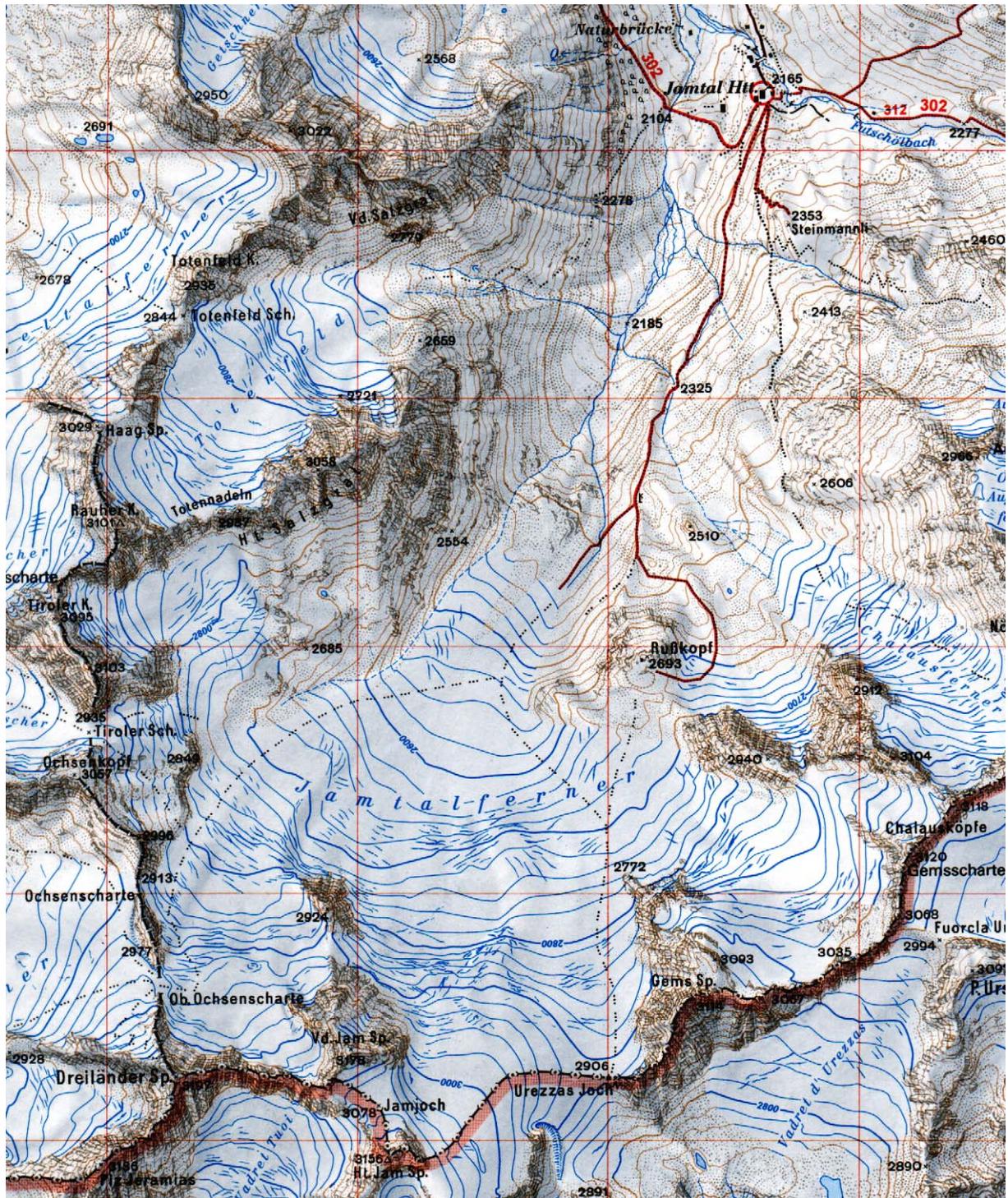


Abbildung 1: Karte des Jamtal Ferners, AV-Karte 1 : 25.000 (Ausgabe 1999, Gletscherstand 1991).

## 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 eing Bohrten Stangen (Ablationspegeln), an denen man die Abschmelzbeträge direkt ablesen kann. Im Akkumulationsgebiet (Nährgebiet) muß man zur Bestimmung des Schneeszuwachses 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 28. bis 30. 9. 2002, vom 23. bis 25. 4. 2003, am 29. 6., 2. 7., 13. 8. und 2. 10. 2003 durchgeführt.

## 3. Witterungsverlauf 2002/2003:

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 2002/2003

Die Temperatur des Winters 2002/2003 (Oktober - April) lag mit  $-1,8^{\circ}\text{C}$  um  $0,5^{\circ}\text{C}$  über dem langjährigen Mittelwert von 1951 - 1980 oder um  $0,3^{\circ}\text{C}$  über dem Mittelwert von 1951-2000. Zu warm gegenüber dem Mittel von 1951-2000 waren der Oktober mit  $+0,4^{\circ}\text{C}$ , der November mit  $+2,1^{\circ}\text{C}$ , der Dezember mit  $+1,5^{\circ}\text{C}$ , der März mit  $+1,9^{\circ}\text{C}$  und der April mit  $+0,6^{\circ}\text{C}$ . Eindeutig zu kalt fiel im Winter 2002/2003 der Feber mit einem Monatsmittelwert von  $-9,1^{\circ}\text{C}$  aus. Er lag somit um  $-3,7^{\circ}\text{C}$  unter dem Mittelwert 1951-2000. Zu kalt war auch der Jänner mit einer Abweichung von  $-0,6^{\circ}\text{C}$

Die Niederschlagsmenge lag mit 460 mm um 84 mm über dem Mittelwert von 1951-1980 mit 376 mm, oder um 37 mm über dem Mittelwert von 1951-2000 mit 423 mm. Zu naß war mit 195 mm besonders der November. Zu trocken fiel der Feber mit 24 mm aus und mit 10 mm viel zu trocken der März.

### 3.2 Der Sommer 2003

Der Sommer 2003 (Mai bis September) war eine ganz außergewöhnliche Jahreszeit, wahrscheinlich ein echtes Jahrhundertereignis im gesamten Alpenraum. In Galtür lag der Mittelwert der Sommertemperatur bei 12,1°C. Dieser Wert entspricht einer Abweichung von +2,8°C gegenüber dem Mittelwert 1951-1980 oder +2,7°C gegenüber dem Mittelwert 1951-2000. Der Sommer 2003 war auch um +1,7°C gegenüber dem zweitwärmsten Sommer seit Beginn der Massenhaushaltsuntersuchungen am Jamtalferner zu warm. Mit Ausnahme des Septembers waren alle Monate eindeutig zu warm. Die Mitteltemperatur des Mai lag mit 9,0°C um +2,9°C, des Juni mit 15,0°C um +5,4°C, des Juli mit 13,3°C um +1,8°C und des August mit 15,1°C um +4,1°C über dem langjährigen Mittelwert 1951-1980.

Die Niederschlagsmenge 2003 betrug in Galtür 451mm, das sind 80% des langjährigen Mittelwertes 1951-1980 von 566mm oder 76% des Mittelwertes 1951-2000 von 590mm. Alle fünf Monate waren zu trocken.

Die Witterung des Sommers war extrem ungünstig für den Massenhaushalt von Gletschern. Im sehr warmen Mai und besonders im extrem warmen Juni schmolz bereits ein Großteil des im Winter gefallen Schnees. Die Ausaperung an der Zunge des Jamtalfernes begann bereits in der ersten Junihälfte und hatte bis Mitte August den gesamten Gletscher erfaßt. Abgesehen von einer kurzen Unterbrechung am 10. September dauerte die Ablationsperiode im Zungenbereich bis Ende September. In den höher gelegenen Bereichen des Jamtalferners beendete der Niederschlag vom 23. September die Abschmelzperiode 2003.

Beim Niederschlagssammler Jamtal Ferner Zunge wurden zwischen 28.9. 2002 und 23. 4. 2002 616mm Niederschlag gemessen, das entspricht einem Faktor von 1,40 zu Galtür. Zwischen 23. 4. und 2. 10. 2003 wurden am Regenschirm 490mm gemessen, das entspricht einem Faktor von 1,05.

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.

Abbildung 3 zeigt die Zunge des Jamtalferners am 29.6.2003, die geschlossene Schneedecke beginnt erst oberhalb einer Höhe von 2650m. Die Abbildungen 4 bis 6 sind Flugaufnahmen des Jamtalferners vom 27.8.2003, es sind nur mehr marginale Altschneereste zu erkennen.

Monat	Temperatur	Mittel	Niederschlag	Mittel
	Grad C		mm	
	2002/2003	1951 - 1980	2002/2003	1951 - 1980
Oktober	4.3	3,6	78	57
November	0.4	-1,7	195	60
Dezember	-3.3	-5,2	56	55
Januar	-6.5	-6,3	52	55
Februar	-9.1	-5,4	24	48
März	-0.3	-2,4	10	51
April	1.9	1,2	45	50
<b>Winter</b>	<b>-1.8</b>	<b>-2,3</b>	<b>460</b>	<b>376</b>
Mai	9.0	6,1	73	76
Juni	15.0	9,6	94	118
Juli	13.3	11,5	130	144
August	15.1	11,0	101	140
September	7.8	8,2	53	88
<b>Sommer</b>	<b>12.1</b>	<b>9,3</b>	<b>451</b>	<b>566</b>
<b>hydr. Jahr</b>	<b>4.0</b>	<b>2,5</b>	<b>911</b>	<b>942</b>

Tabelle 2: Klimadaten 2002/2003 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

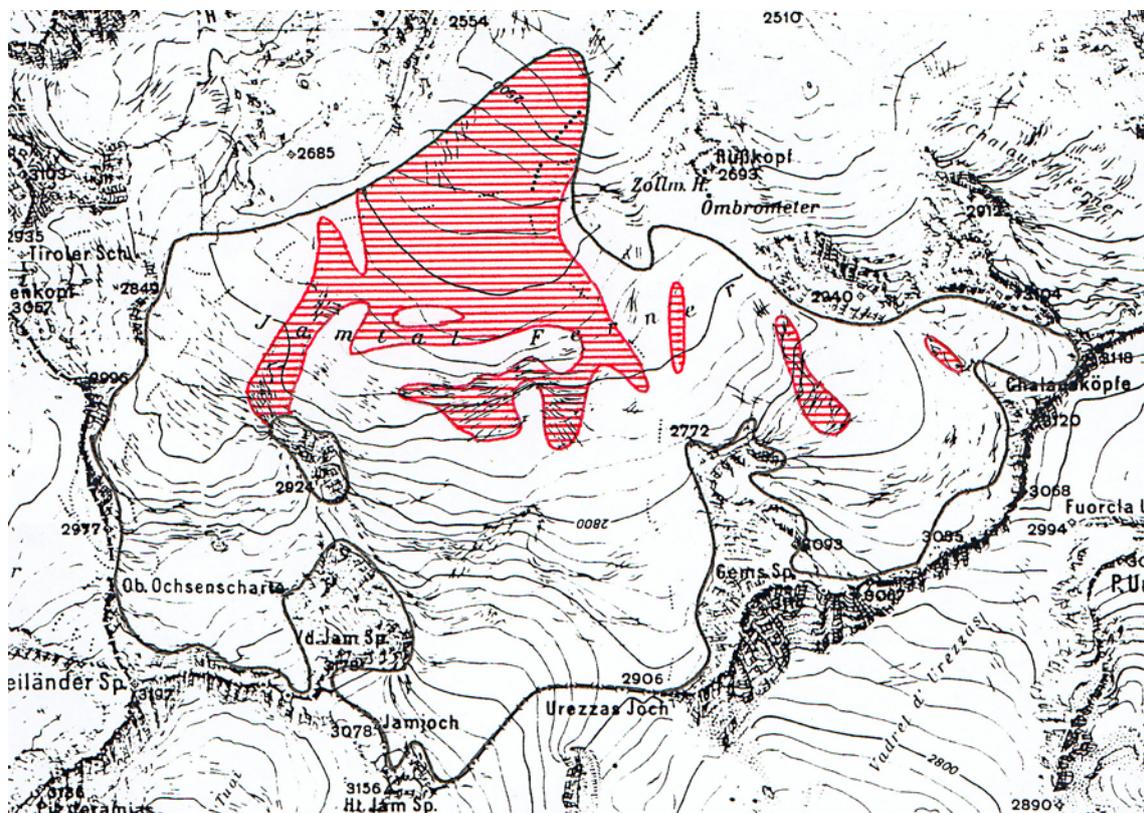


Abbildung 2: Die Schneebedeckung am Jamtal Ferner am 29.6. 2003. Die rot schraffierten Flächen sind Flächen ohne Altschnee.



*Abbildung 3: Jamtalferner Zunge, 29.6.2003*



*Abbildung 4: Jamtalferner, 27.8.2003*



*Abbildung 5: Jamtalferner, rechtes Einzugsgebiet in Richtung Chalauskopf  
27.8.2003*



*Abbildung 6: Jamtalferner, Urezzas Joch, 27.8.2003*

#### 4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 2002/2003

##### 4.1 Die Winterbilanz 2002/2003

Vom 23. bis 25. 4. 2003 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 7 Schächte in den Firnbecken bis zur Gletscheroberfläche des vergangenen Herbstes gegraben. Zwischen den Schächten und im Zungenbereich des Gletschers wurde im Abstand von 300 Schritten die Schneetiefe sondiert. Abbildung 7 gibt die Lage der Schächte wieder, Tabelle 3 ihre Tiefe und Dichte sowie den Wasserwert.

Die Integration dieser Werte über die einzelnen Höhenstufen ergibt einen Wasserwert von  $B_{wi} = 4.48 \times 10^6 \text{ m}^3$  für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von  $b_{wi} = 1295 \text{ mm}$ . Tabelle 4 gibt die Winterbilanz des Jamtal Ferners, aufgeteilt nach Höhenstufen, wieder.

$$B_{wi} = 4.48 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$b_{wi} = 1295 \text{ mm}$$

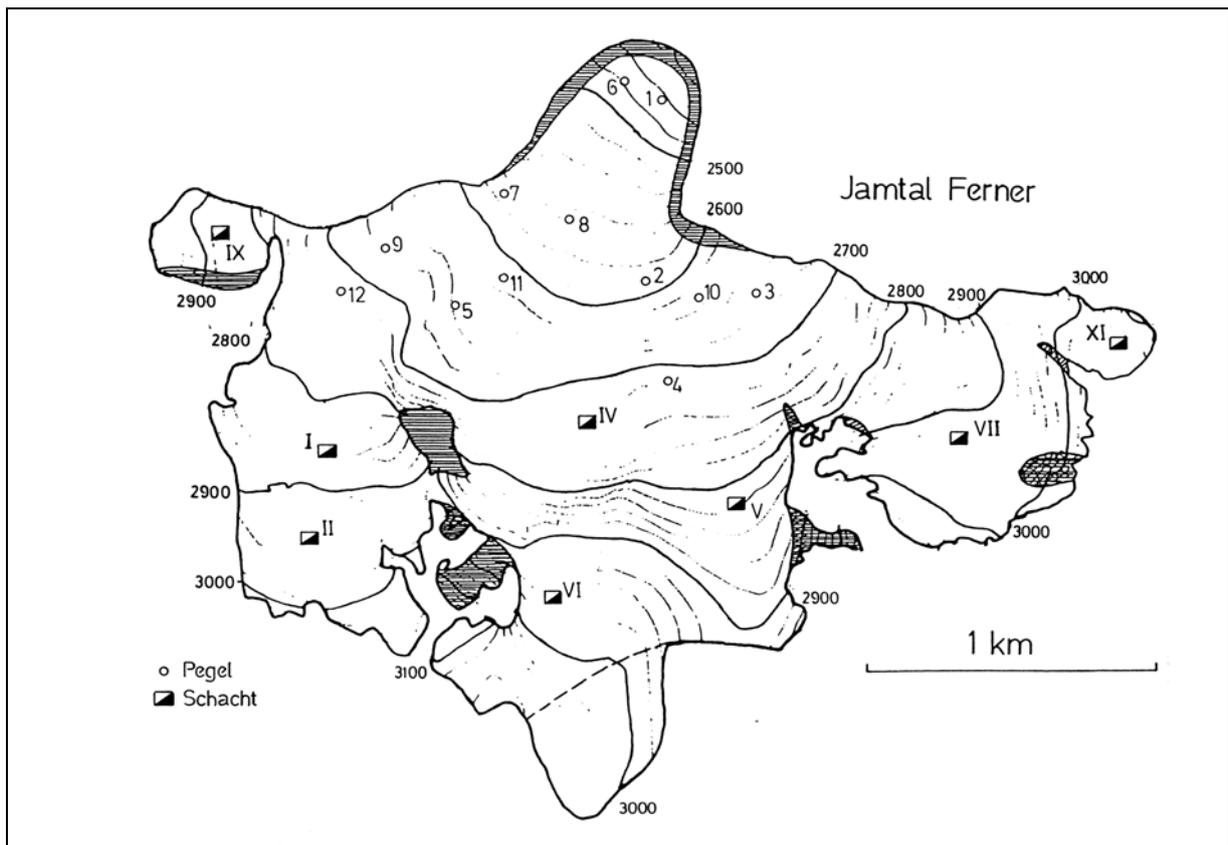


Abbildung 7: Lage der Schneeschnächte (Quadrate) und Pegel (Punkte) am Jamtal Ferner im April 2003. Die Messergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg m <sup>-3</sup>	mm
I	2850	320	429	1370
II	2920	376	416	1460
IV	2730	397	452	1790
VI	2960	294	406	1190
VII	2920	302	418	1260
IX	2850	408	437	1780

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom April 2003 am Jamtal Ferner.

Höhenstufe	Fläche	Bilanz	Wasserwert
m	km <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	mm
2400 - 2500	0.021	28	1330
2500 - 2600	0.314	399	1270
2600 - 2700	0.554	742	1340
2700 - 2800	0.747	1046	1400
2800 - 2900	0.728	917	1260
2900 - 3000	0.782	1032	1320
3000 - 3100	0.298	328	1100
3100 - 3200	0.014	15	1100
<b>2400 - 3200</b>	<b>3.458</b>	<b>4480</b>	<b>1295</b>

Tabelle 4: Winterbilanz des Jamtal Ferners nach Höhenstufen. Die Werte gelten für die Zeit vom 1. Oktober 2002 bis 30. April 2003.

#### 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 2003 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand am 2. Oktober 2003 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 Ablationspegel und der Schneeschächte ist in Abbildung 7 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte der Pegel in mm Wasser in Tabelle 5, wegen mangelndes Altschnee fehlen Jahres-Akkumulations-Werte.

<b>Pegel</b>	<b>Wasserwert</b>	<b>Pegel</b>	<b>Wasserwert</b>
Nr.	mm	Nr.	mm
1	-5490	7	-4040
2	-3350	8	-4520
3	-3000	9	-3480
4 alt	-3100	10	-3110
4 neu	-2620	11	-3500
5	-3420		
6	-5810	13	

*Tabelle 5: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln am Jamtal Ferner vom 1. 10. 2002 bis 30.9.2003.*

Das Ergebnis dieser Messungen ist in Abbildung 8 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:

$$S = S_c + S_a$$

$$B = B_c + B_a$$

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

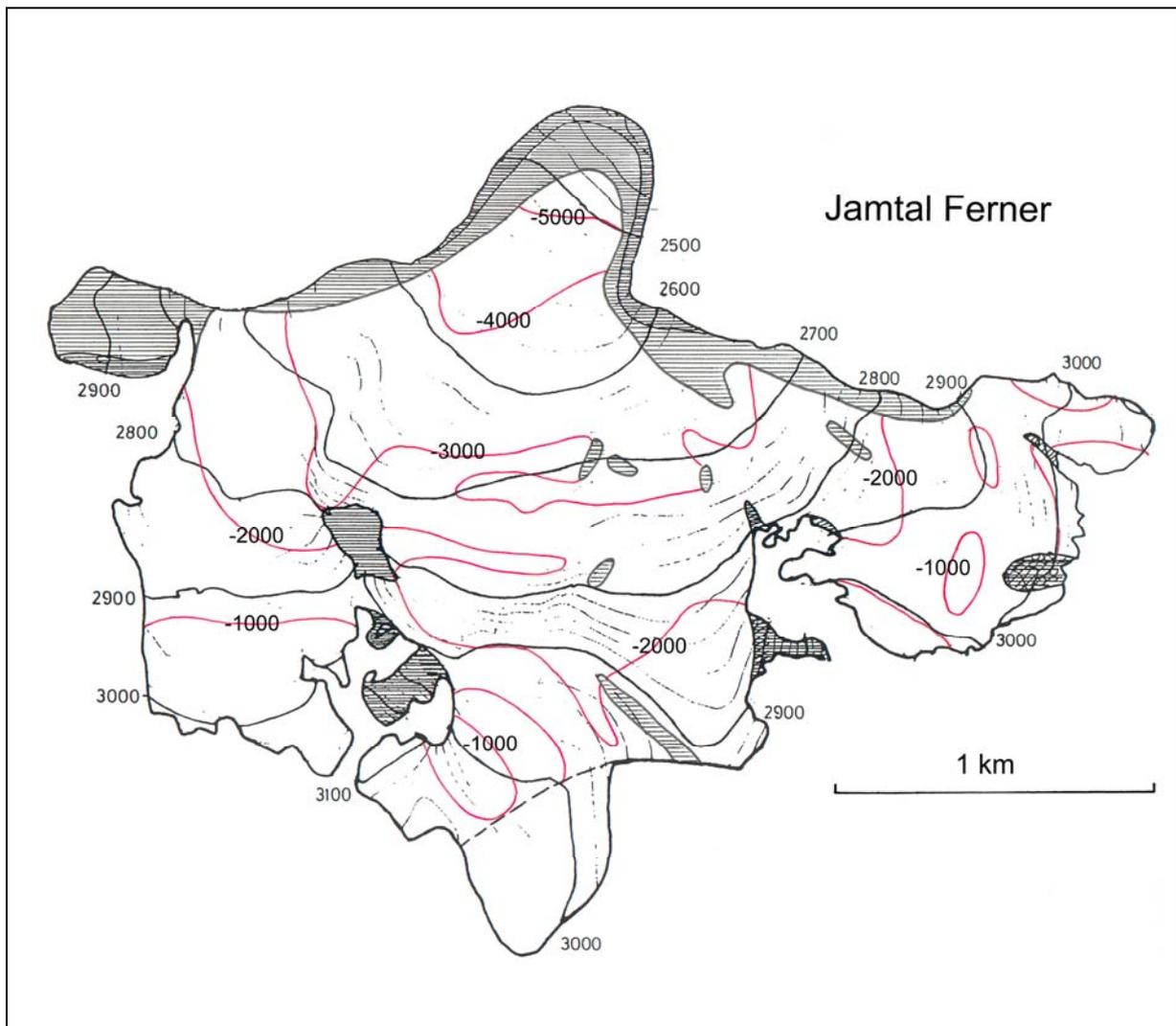


Abbildung 8: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent, gültig für den 30. 9. 2003. Die Teile des Gletschers, die seit der Kartenaufnahme ausgeapert sind, sind eng schraffiert.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt- Bilanz	spezifische Bilanz		
			2002/03	Winter	Sommer
			m	km <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
2400 - 2500	0,021	-119	-5660	1330	-6990
2500 - 2600	0,314	-1279	-4070	1270	-5340
2600 - 2700	0,554	-1784	-3220	1340	-4560
2700 - 2800	0,747	-1926	-2580	1400	-3980
2800 - 2900	0,728	-1400	-1920	1260	-3180
2900 - 3000	0,782	-936	-1200	1320	-2520
3000 - 3100	0,298	-256	-860	1100	-1960
3100 - 3200	0,014	-8	-570	1100	-1670

Tabelle 6: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 2002/03 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1mm entspricht 1 kg m<sup>-2</sup>

Akkumulationsgebiet			Flächenverhältnis
S <sub>c</sub>	0		0
B <sub>c</sub>	0		
b <sub>c</sub>	0		
Ablationsgebiet			Gleichgewichtslinie
			****
S <sub>a</sub>	3,458 km <sup>2</sup>		
B <sub>a</sub>	7,71 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		
b <sub>a</sub>	2229 mm		
Jahresbilanz			
S	3,458 km <sup>2</sup>		
B	-7,71 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		
b	-2229 mm		
Winter			Sommer
B <sub>wi</sub>	4,48 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	B <sub>so</sub>	-12,18 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
b <sub>wi</sub>	1295 mm	b <sub>so</sub>	-3524 mm

Tabelle 7: Kennzahlen der Massenbilanz 2002/03 des Jamtal Ferners.

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 9 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 9 anschaulich dargestellt ist.

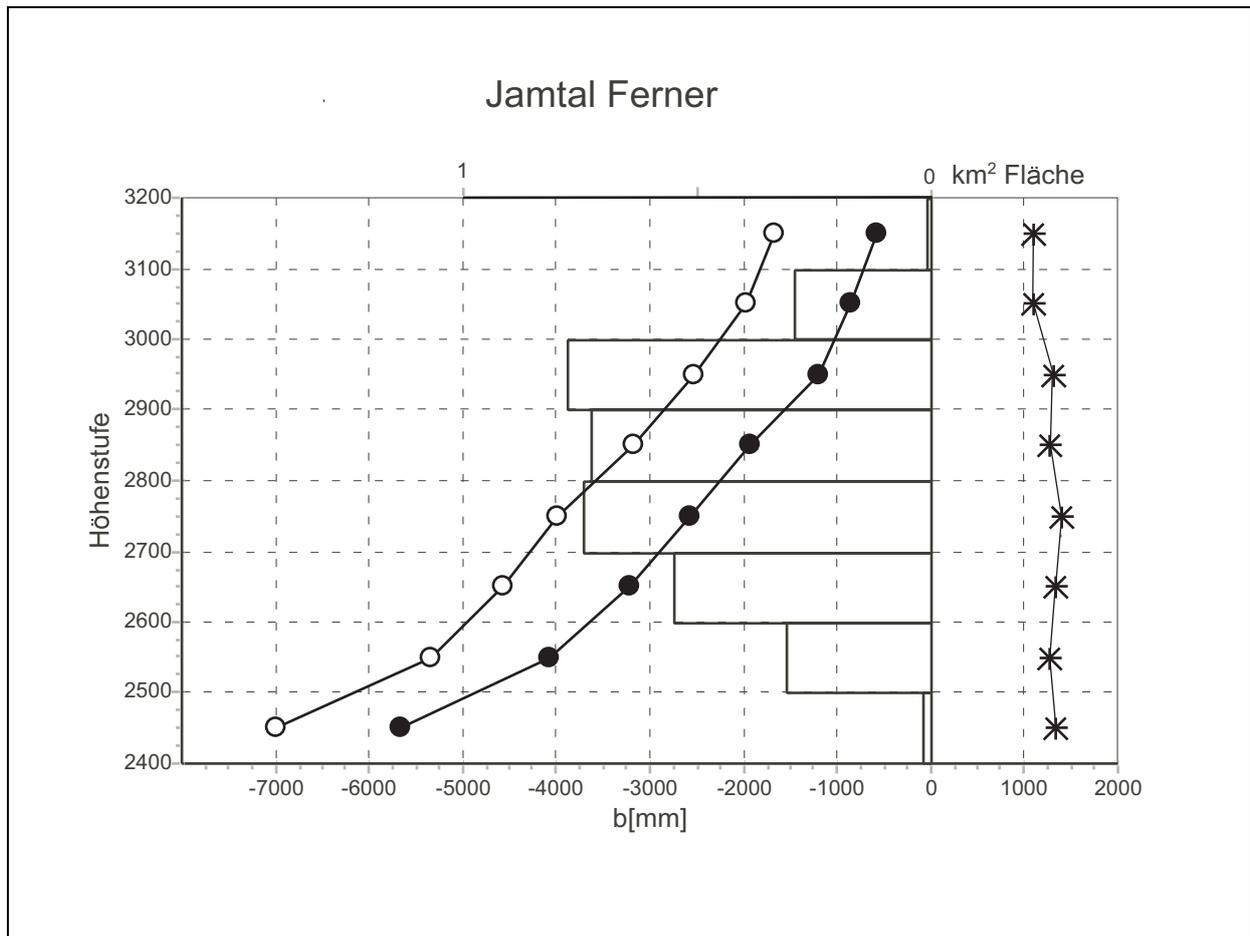


Abbildung 9: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (Balken) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz  $b$  (1.10.02 - 30.9.03 Punkte), der Winterbilanz  $b_{wi}$  (1.10.02 - 30.4.03 Kreuze) und der Sommerbilanz  $b_{so}$  (1.5. - 30.9.03 Kreise) für 100-m-Höhenstufen .

Jamtal	S <sub>c</sub>	B <sub>c</sub>	b <sub>c</sub>	S <sub>a</sub>	B <sub>a</sub>	b <sub>a</sub>	S	B
	km <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm	km <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm	km <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1988/89	1.31	0.42	320	2.54	-2.12	-834	3.85	-1.70
1989/90	1.23	0.29	236	2.62	-1.93	-736	3.85	-1.64
1990/91	0.38	0.07	183	3.46	-5.61	-1620	3.85	-5.54
1991/92	0.26	0.03	118	3.59	-4.77	-1328	3.85	-4.74
1992/93	1.69	0.65	385	2.16	-2.08	-965	3.85	-1.43
1993/94	0.69	0.11	159	3.15	-3.29	-1044	3.85	-3.18
1994/95	2.40	0.60	250	1.40	-1.15	-823	3.80	-0.55
1995/96	1.27	0.40	315	2.52	-2.49	-990	3.79	-2.09
1996/97	2.10	0.62	295	1.68	-1.44	-856	3.79	-0.82
1997/98	0.33	0.07	210	3.45	-5.06	-1468	3.78	-4.99
1998/99	1.78	0.50	283	2.00	-1.47	-739	3.78	-0.97
1999/2000	2.28	0.83	364	1.39	-1.13	-810	3.68	-0.30
2000/2001	2.24	0.86	385	1.41	-1.09	-769	3.65	-0.23
2001/2002	1.02	0.40	389	2.60	-2.83	-1090	3.62	-2.43
2002/2003	0	0.00	0	3.46	-7.71	-2229	3.46	-7.71
Summe	18.98	5.85	3892	37.43	-44.17	-16301	56.45	-38.32
Mittel	1.27	0.39	259	2.50	-2.94	-1087	3.76	-2.55
	b	b <sub>s</sub>	b <sub>w</sub>	Ela	S <sub>c</sub> /S			
	mm	mm	mm	m				
1988/89	-441	-1492	1051	2870	0.34			
1989/90	-426	-1583	1157	2900	0.32			
1990/91	-1440	-2220	780	****	0.10			
1991/92	-1232	-2680	1448	****	0.07			
1992/93	-372	-1650	1278	2860	0.44			
1993/94	-827	-2120	1293	****	0.18			
1994/95	-145	-1590	1445	2820	0.63			
1995/96	-552	-1150	598	2900	0.34			
1996/97	-217	-1620	1403	2800	0.56			
1997/98	-1320	-2340	1020	****	0.09			
1998/99	-257	-1945	1688	2870	0.47			
1999/2000	-81	-1631	1550	2765	0.62			
2000/2001	-62	-1480	1418	2780	0.61			
2001/2002	-671	-2220	1530	2910	0.28			
2002/2003	-2229	-3520	1293	****	0			
Summe	-10272							
Mittel	-685	-1949	1263		0.34			

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	2002/2003	seit 1969
	-22,4	-258,4

## 7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet, die Analyse und der Bericht stammen von G. Markl. Für die Überlassung von Klimadaten wird Herrn Dr. K. Gabl von der Wetterdienststelle Innsbruck gedankt.