

Jamtal Ferner

Massenhaushalt 2001/2002



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

Jamtal Ferner Massenhaushalt 2001/2002

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 2001/2002

1. Die Lage des Untersuchungsgebiets

Der Jamtal Ferner entwässert über das Jamtal in die Trisanna im Einzugsgebiet des Inn. Mit einer Fläche von 3,6 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
	2002	3.62	km ²
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	2002	2420	m
Gletscherlänge	2002	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.

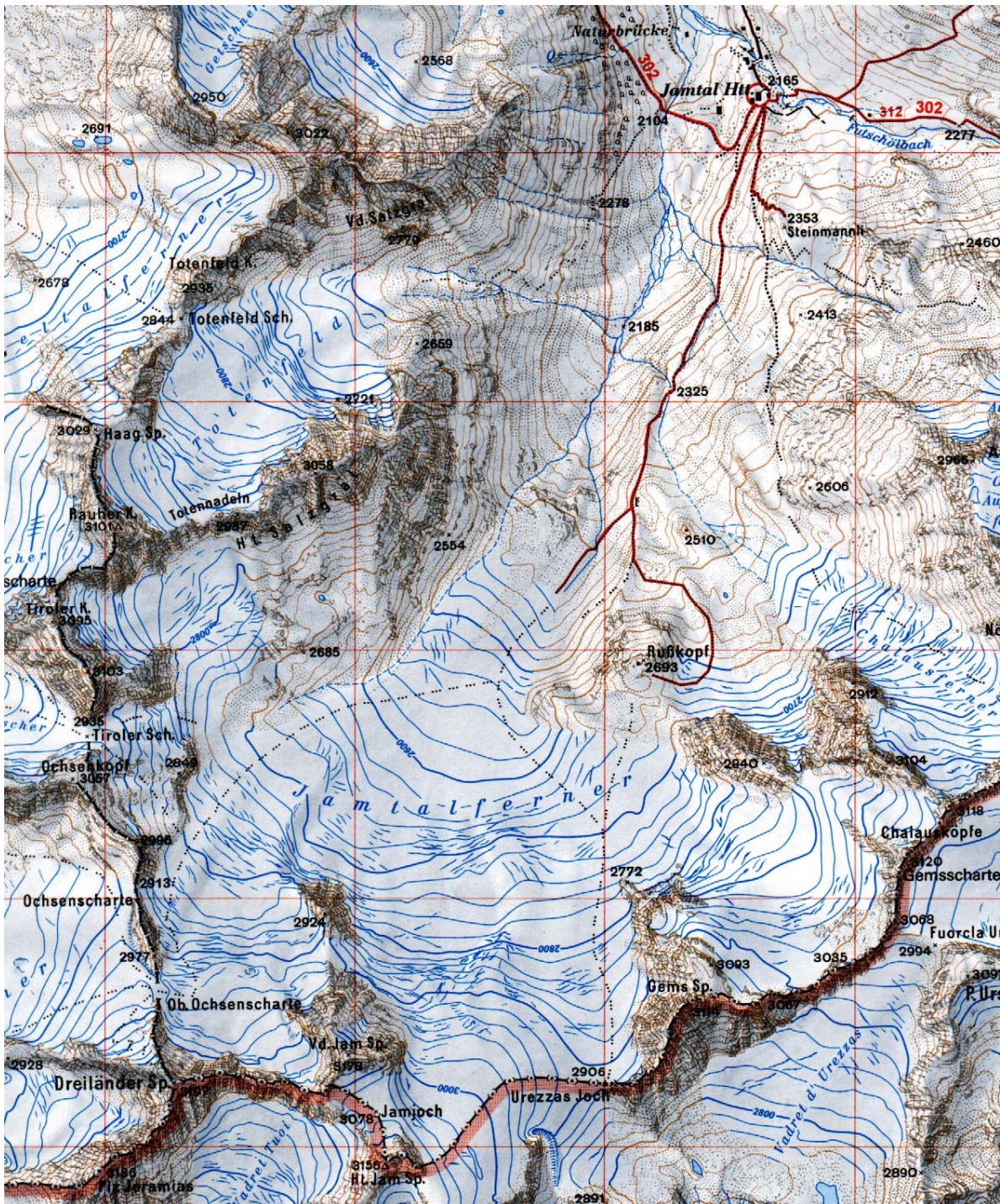


Abbildung 1: Karte des Jamtal Ferner, AV-Karte 1 : 25.000 (Ausgabe 1999, Gletscherstand 1991).

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 27. bis 29. 9. 2001, vom 23. bis 25. 4. 2002, am 30. 6., 30. 7. und vom 28. bis 30. 9. 2002 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 2001/2002:

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 2001/2002

Die Temperatur des Winters 2001/2002 (Oktober - April) lag mit $-0,9^{\circ}\text{C}$ um $1,4^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittelwert (1951 - 1980) von $-2,3^{\circ}\text{C}$. Eindeutig zu warm waren der Oktober mit $6,9^{\circ}\text{C}$, $+3,3^{\circ}\text{C}$ gegenüber dem langjährigen Mittelwert, und der Feber mit $-0,8^{\circ}\text{C}$, der damit sogar um $+4,6^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittelwert lag. Eindeutig zu kalt war es nur im Dezember mit $-7,1^{\circ}\text{C}$, $-1,9^{\circ}\text{C}$ gegenüber dem Mittel.

Die Niederschlagsmenge lag etwas über dem langjährigen Mittelwert. Insgesamt wurden 418 mm Niederschlag gemessen, das entspricht 111 % des Mittels (1951 - 1980). Der Jänner war mit 32mm Niederschlag eindeutig zu trocken, hingegen der Feber mit 61mm und der März mit 98mm eindeutig zu feucht.

3.2 Der Sommer 2002

Der Sommer 2002 (Mai bis September) war, wie in den letzten fünf Jahren zu warm. In Galtür betrug der Mittelwert der Temperatur $10,2^{\circ}\text{C}$, das entspricht einer

Abweichung von +0,9°C. Mit Ausnahme des Septembers waren alle Monate zu warm. Viel zu warm war besonders der Juni mit 12,7°C (Abweichung +3,1°C) und der Mai mit 7,9°C (Abweichung +1,8°C). Zu kalt hingegen waren der September mit 6,8°C, -1,4°C gegenüber dem Mittel 1951-1980.

Die Niederschlagsmenge betrug 602mm, das sind 106% des langjährigen Mittelwertes 1951-1980 von 566mm. Etwas feucht waren Mai, August und September, etwas zu trocken Juni und Juli.

Die Witterung des Sommers war bestimmt durch zu hohe Temperaturen, die für eine heftige Ablation sorgte und, wie im Vorjahr, durch einen zu kalten und gleichzeitig zu feuchten September, sodaß ab 10. September die Ablation am Gletscher beendet war.

Beim Niederschlagssammler Jamtal Ferner Zunge wurden zwischen 27.9. 2001 und 23.4. 2002 635mm Niederschlag gemessen, das entspricht einem Faktor von 1,65 zu Galtür. Zwischen 23.4. und 20.9. 2002 wurden am Regenmesser 628mm gemessen, das entspricht ebenfalls einem Faktor von 1,65.

Galtür				
	Temperatur		Niederschlag	
	Grad C	Mittel	mm	Mittel
Monat	2001/2002	1951 - 1980	2001/2002	1951 - 1980
Oktober	6,9	3,6	50	57
November	-2,1	-1,7	65	60
Dezember	-7,1	-5,2	58	55
Januar	-5,0	-6,3	32	55
Februar	-0,8	-5,4	61	48
März	-0,6	-2,4	98	51
April	2,1	1,2	54	50
Winter	-0,9	-2,3	418	376
Mai	7,9	6,1	95	76
Juni	12,7	9,6	106	118
Juli	12,2	11,5	126	144
August	11,4	11,0	175	140
September	6,8	8,2	100	88
Sommer	10,2	9,3	602	566
hydr. Jahr	3,7	2,5	1020	942

Tabelle 2: Klimadaten 2001/2002 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

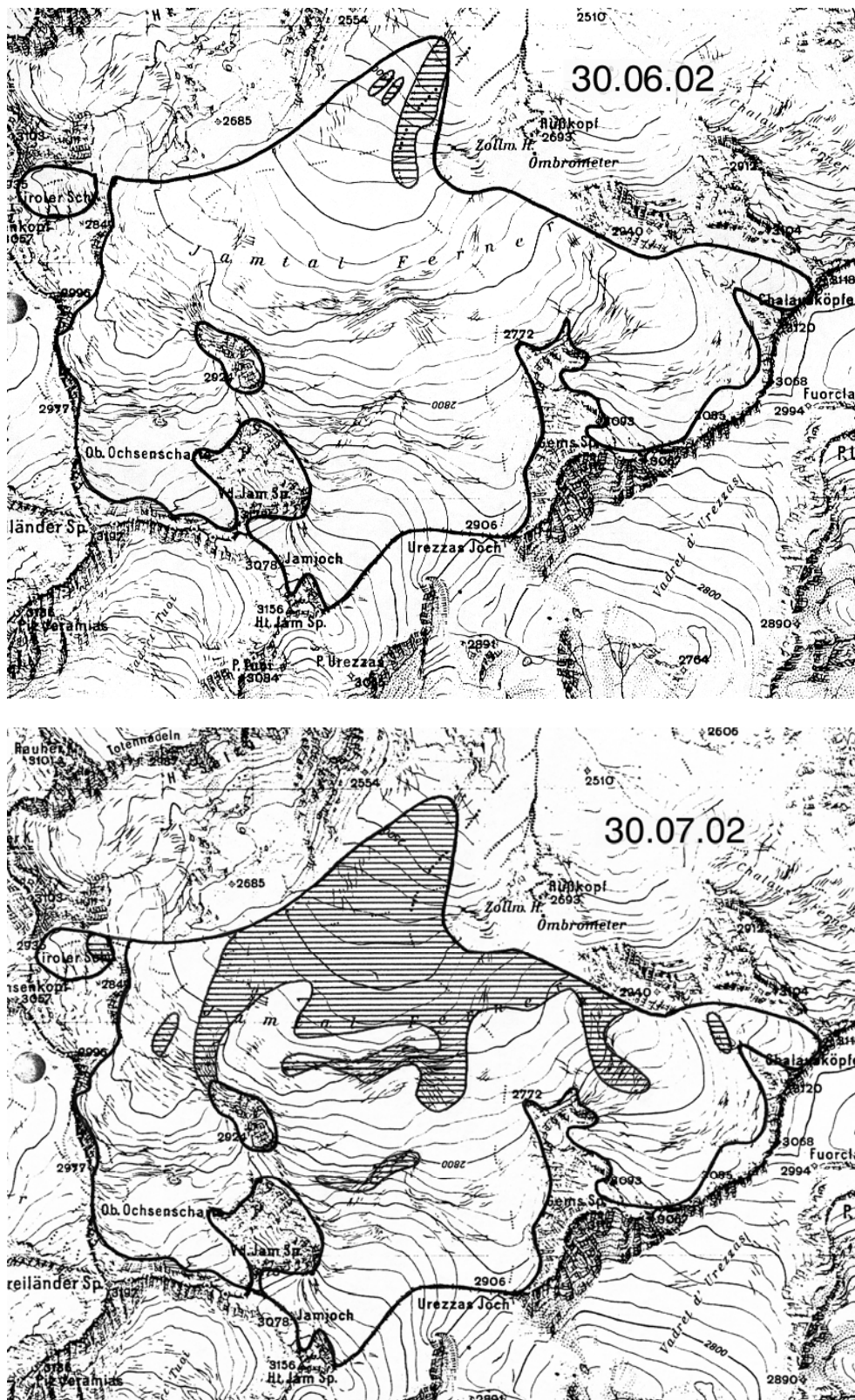


Abbildung 2: Die Schneebedeckung am Jamtal Ferner am 30.6. und 30.7.2002. Die schwarz schraffierten Flächen sind mit Altschnee bedeckt.

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.

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 2001/2002

4.1 Die Winterbilanz 2001/2002

Vom 23. bis 25.4. 2002 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 3 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 $B_{wi} = 5.61 \times 10^6 \text{ m}^3$ für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von $b_{wi} = 1535 \text{ mm}$. Tabelle 4 gibt die Winterbilanz des Jamtal Ferners, aufgeteilt nach Höhenstufen, wieder.

$$B_{wi} = 5.61 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$b_{wi} = 1535 \text{ mm}$$

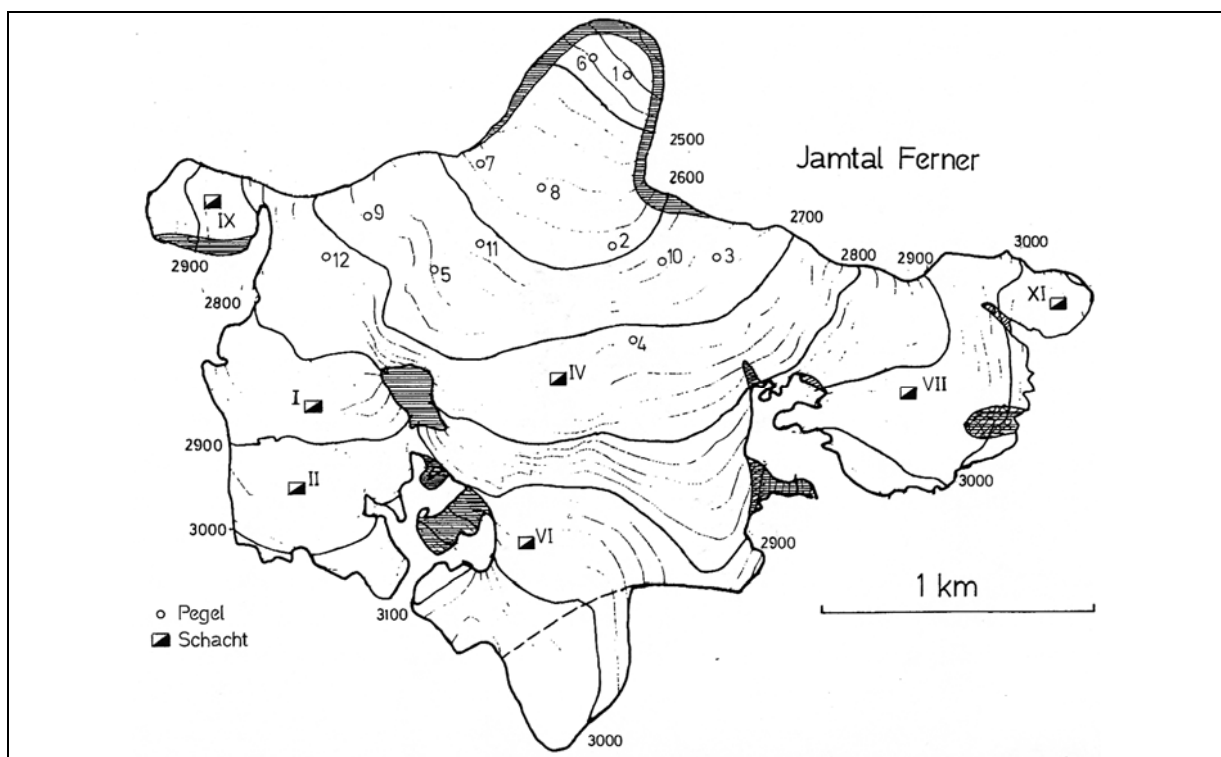


Abbildung 3: Lage der Schneeschnächte (Quadrate) und Pegel (Punkte) am Jamtal Ferner im April 2002. Die Messergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg m ⁻³	mm
I	2850	362	382	1380
II	2920	390	382	1490
IV	2730	342	391	1340
VI	2960	293	390	1140
VII	2920	280	356	1000
IX	2850	420	424	1780
XI	3050	240	354	850

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom April 2002 am Jamtal Ferner.

Höhenstufe	Fläche	Bilanz	Wasserwert
m	km ²	10 ³ m ³	mm
2400 - 2500	0,036	21	1400
2500 - 2600	0,330	439	1400
2600 - 2700	0,566	1349	1550
2700 - 2800	0,753	1190	1550
2800 - 2900	0,780	1166	1520
2900 - 3000	0,843	877	1600
3000 - 3100	0,298	483	1470
3100 - 3200	0,014	79	1500
2400 - 3200	3,620	5404	1540

Tabelle 4: Winterbilanz des Jamtal Ferners nach Höhenstufen. Die Werte gelten für die Zeit vom 1. Oktober 2001 bis 30. April 2002.

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 2002 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand vom 28. bis 30. September 2002 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 3 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte der Pegel in mm Wasser in Tabelle 5, die Jahres-Akkumulations-Werte der Schächte in Tabelle 6.

Pegel	Wasserwert	Pegel	Wasserwert
Nr.	mm	Nr.	mm
1	-3130	7	-2320
2	-2270	8	-1890
3	-1180	9	-2250
4	-1090	10	-1180
5	-1850	11	-2250
6	-2540		

Tabelle 5: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln am Jamtal Ferner vom 1. 10. 2001 bis 30.9.2002.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg/m ³	mm
II	2920	185	432	820
VI	2960	179	471	840
VII	2920	134	460	630
XI	3050	113	444	500

Tabelle 6: Wasserwerte der Schneeschächte am Jamtal Ferner. Die Werte entsprechen der Jahresrücklage 1.10.2001 – 30.09.2002.

Das Ergebnis dieser Messungen ist in Abbildung 4 in Form von Isolinien der Wasserwerte dargestellt, die daraus gewonnenen Haushaltswerte sind in den Tabellen 7 und 8 dargestellt. Die Sommerbilanz wurde als Differenz zwischen Jahreswert und Winterwert berechnet

$$b = b_{wi} + b_{so} \quad \text{und daher} \quad b_{so} = b - b_{wi}$$

und außerdem $b_{wi} = B_{wi} / S$ und $b_{so} = B_{so} / S$

In Tabelle 8 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:

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

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

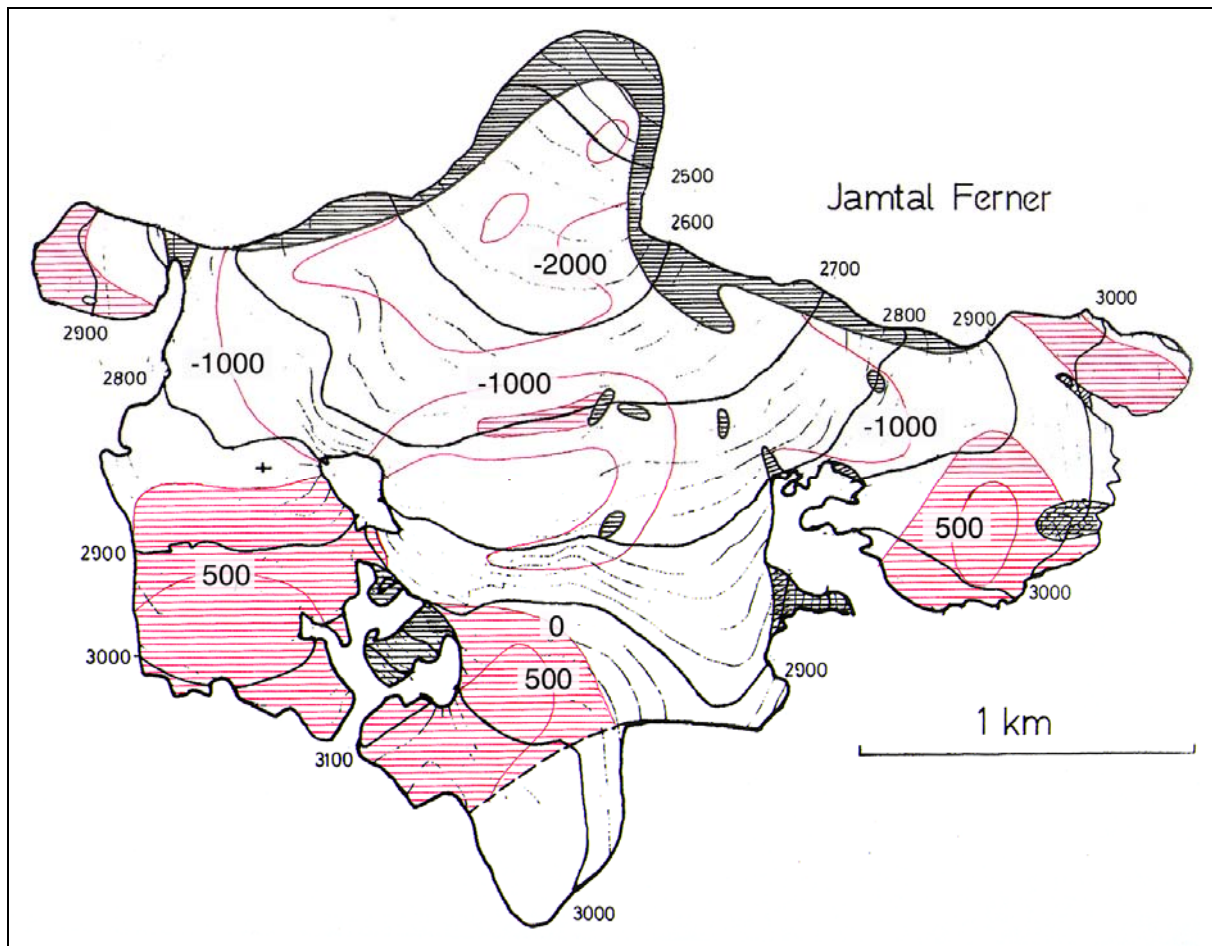


Abbildung 4: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent, gültig für den 30. 9. 2002. Die Flächen mit Nettoakkumulation sind rot schraffiert, die Teile des Gletschers, die seit der Kartenaufnahme abgeschmolzen sind, sind eng schraffiert.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt- Bilanz	spezifische Bilanz		
			2001/02	Winter	Sommer
m	km ²	10 ³ m ³	mm	mm	mm
2400 - 2500	0.036	-98	-2720	1400	-4120
2500 - 2600	0.330	-719	-2180	1400	-3580
2600 - 2700	0.566	-840	-1480	1550	-3030
2700 - 2800	0.753	-759	-760	1550	-2310
2800 - 2900	0.780	-308	-400	1520	-1920
2900 - 3000	0.843	198	230	1600	-1370
3000 - 3100	0.298	94	320	1470	-1150
3100 - 3200	0.014	2	120	1500	-1060

Tabelle: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 2001/02 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1mm entspricht 1 kg m⁻²

Akkumulationsgebiet			Flächenverhältnis
S _c	1,024 km ²		S _c /S 0,28
B _c	0,40 x 10 ⁶ m ³		
b _c	389 mm		
Ablationsgebiet			Gleichgewichtslinie
			2910 m
S _a	2,596 km ²		
B _a	2,83 x 10 ⁶ m ³		
b _a	1090 mm		
Jahresbilanz			
S	3,620 km ²		
B	-2,43 x 10 ⁶ m ³		
b	-671 mm		
Winter			Sommer
B _{wi}	5,61 x 10 ⁶ m ³		B _{so} -8,04 x 10 ⁶ m ³
b _{wi}	1540		b _{so} -2211

Kennzahlen der Massenbilanz 2001/02 des Jamtal Ferners.

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 5 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 5 anschaulich dargestellt ist.

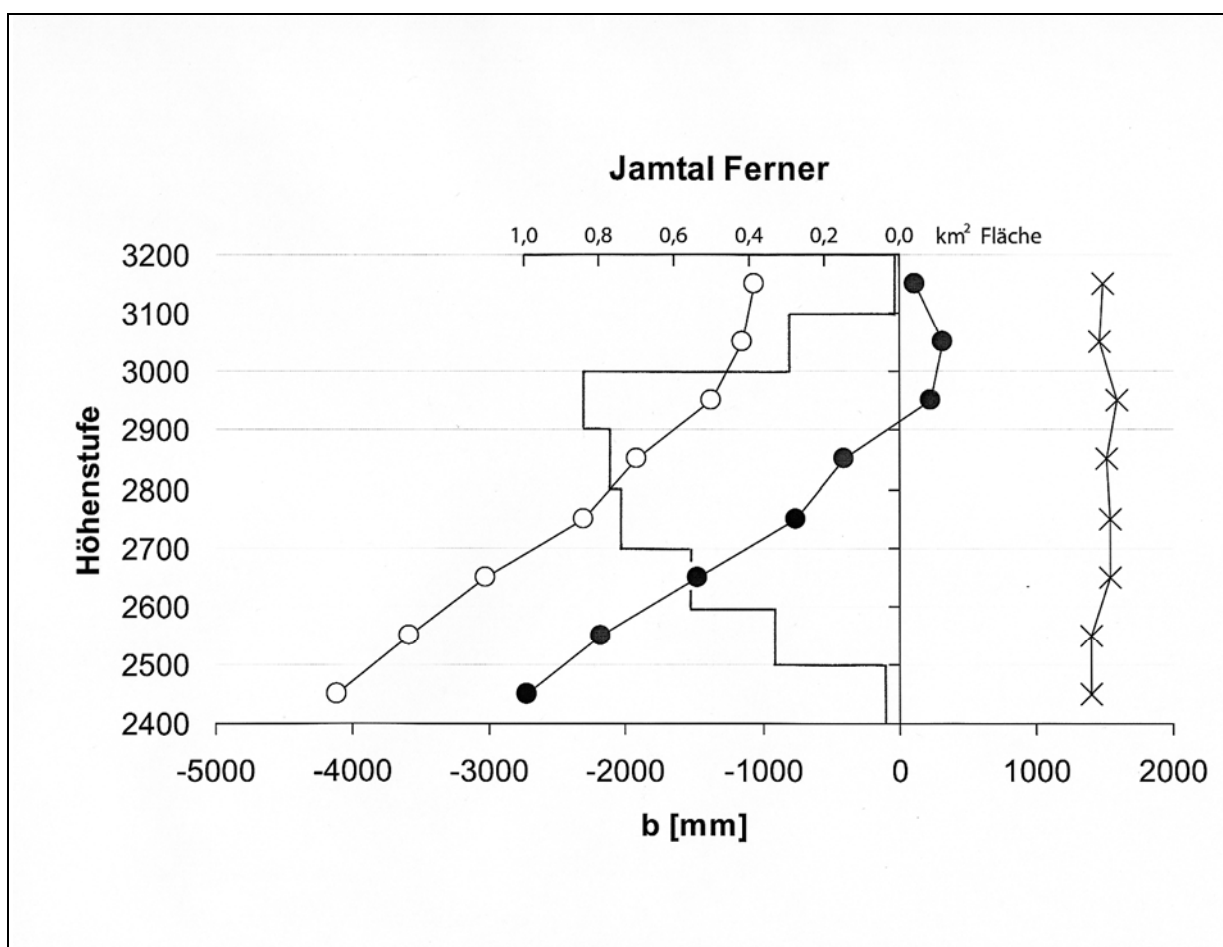


Abbildung 5: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.01 - 30.9.02 Punkte), der Winterbilanz b_{wj} (1.10.01 - 30.4.02 Kreuze) und der Sommerbilanz b_{so} (1.5. - 30.9.02 Kreise) für 100-m-Höhenstufen.

Jamtal	S_c	B_c	b_c	S_a	B_a	b_a	S	B
	km^2	10^6m^3	mm	km^2	10^6m^3	mm	km^2	10^6m^3
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
Summe	18.98	5.85	3892	33.97	-36.46	-14072	52.99	-30.61
Mittel	1.36	0.42	278.00	2.43	-2.60	-1005	3.79	-2.19
	b	b_s	b_w	Ela	S_c/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	-2211	1540	2910	0.28			
Summe	-8043							
Mittel	-575	-1837	1262		0.36			

Tabelle 9: Vergleich der Kennzahlen des Massenhaushalts seit 1988/89.

5. Längenänderungen der Gletscherzungen

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

Jamtal Ferner	2001/2002	seit 1969
	-12,4	-236,0

6. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von A. Fleig, Th. Trattner, J. Lang und St. Erat 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.