

Jamtal Ferner

Massenhaushalt 2004/2005



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

Jamtal Ferner Massenhaushalt 2004/2005

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 2004/2005

1. Die Lage des Untersuchungsgebiets

Der Jamtal Ferner entwässert über das Jamtal in die Trisanna im Einzugsgebiet des Inns. Mit einer Fläche von 3,5 km² hat er an der gesamten vergletscherten Fläche des Jamtals heute einen Anteil von rund 50 %. Die gegenüber den Vorjahren vergrößerte Fläche beruht nicht auf einem Gletschervorstoß, sondern auf einer veränderten Kartenunterlage. Weitere topographische Daten sind in Tabelle 1 angeführt.

Jamtal Ferner			
Fläche im Jahr	1969	4,13	km ²
	2005	3,54	km ²
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	2005	2420	m
Gletscherlänge	2005	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.

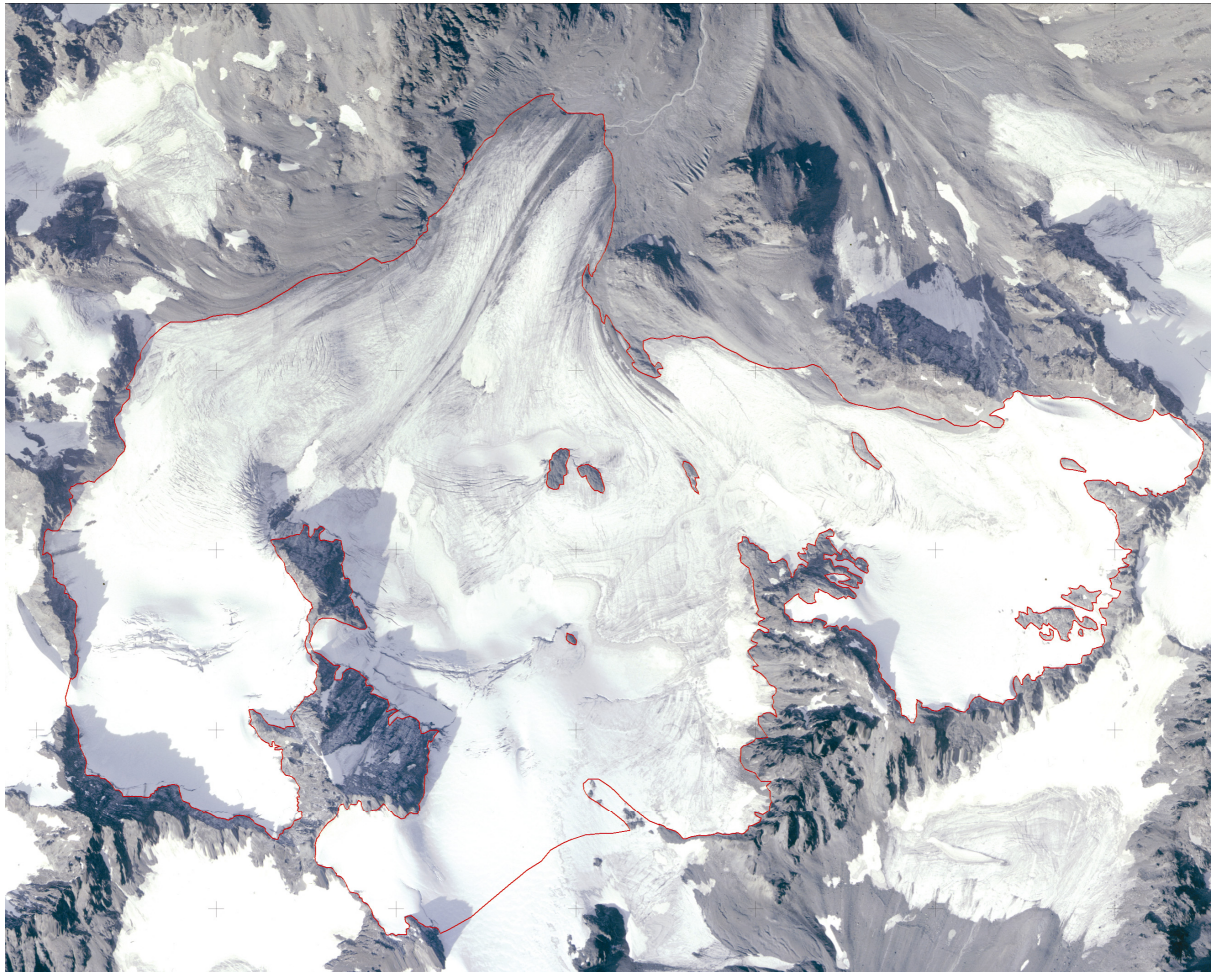


Abbildung 1b: Orthophoto 2002

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 28. bis 30.9.2004, vom 22. bis 24.4.2005, am 26.6., 27.7., 1.9. und vom 27. bis 29.9.2005 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 2004/2005:

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 2004/2005

Der Winter entsprach bei der Temperatur dem langjährigen Mittelwert, er war aber eindeutig zu trocken.

Die Temperatur des Winters 2004/2005 (Oktober - April) war mit $-2,2^{\circ}\text{C}$ um $0,4^{\circ}\text{C}$ kälter als der vorjährige Winter und lag um $-0,1^{\circ}\text{C}$ unter dem Mittelwert von 1951-2000. Eindeutig zu warm war der Oktober mit $6,1^{\circ}\text{C}$, Abweichung vom Mittel 1951-2000 um $+2,2^{\circ}\text{C}$. Zu warm war auch der November mit $-1,1^{\circ}\text{C}$, Abweichung $+0,6^{\circ}\text{C}$, und der April mit $2,8^{\circ}\text{C}$, Abweichung $+1,5^{\circ}\text{C}$. Deutlich zu kalt hingegen war der Februar mit $-9,7^{\circ}\text{C}$, Abweichung vom Mittel 1951-2000 um $-4,3^{\circ}\text{C}$. Zu kalt war auch noch der Jänner mit $-6,2^{\circ}\text{C}$ und einer Abweichung von $-0,3^{\circ}\text{C}$. Die Monate Dezember und März entsprachen dem langjährigen Mittelwert.

Die Niederschlagsmenge lag mit 301mm deutlich unter dem Mittelwert von 1951-2000 von 423 mm und war somit seit Beginn der Massenhaushaltsuntersuchungen am Jamtalferner der zweittrockendste Winter nach dem von 1995/1996 mit mageren 245mm Niederschlag. Zu feucht war nur der Jänner mit 82 mm gegenüber dem Mittelwert 1951 – 2000 von 66 mm. Die restlichen 6 Monate waren zu trocken, besonders der November und der März mit jeweils 25 mm Niederschlag, gegenüber den langjährigen Mittelwerten von 64 mm bzw. 60 mm.

Beim Regenmesser Jamtalferner Zunge wurde im Zeitraum 29.9.2004 – 23.4.2005 ein Niederschlag von 502 mm gemessen.

3.2 Der Sommer 2005

Der Sommer war gegenüber dem langjährigen Mittel von 1951 – 2000 etwas zu warm und etwas zu feucht.

Die Mitteltemperatur des Sommers 2005 (Mai bis September) betrug $10,0^{\circ}\text{C}$ und war somit um $+0,4^{\circ}\text{C}$ wärmer als der Sommer 2004 und um $+0,6^{\circ}\text{C}$ wärmer als im langjährigen Mittel 1951 – 2000. Mit Ausnahme des August waren alle Monate zu warm, wobei besonders der Juni mit $11,6^{\circ}\text{C}$ gegenüber dem langjährigen Mittelwert von $9,5^{\circ}\text{C}$ deutlich zu warm war. Der August lag mit $9,8^{\circ}\text{C}$ um $-1,4^{\circ}\text{C}$ unter dem langjährigen Mittelwert.

Mit 616 mm Niederschlag fiel exakt die gleiche Niederschlagsmenge wie im Vorjahr, der langjährige Mittelwert 1951-2000 von 590 mm wurde um 26 mm übertroffen.

Äußerst ungünstig war aber die zeitliche Verteilung der Niederschlagsereignisse. So fielen allein im August 246 mm Niederschlag, das sind 40% des Sommer-niederschlags. Das Niederschlagsereignis vom 20.- 23. August brachte 169 mm und führte zu verheerenden Überschwemmungen im gesamten Jamtal und Paznauntal. Beim Regenmesser Jamtalferner Zunge wurden im Zeitraum 23.4. – 27.9.2005 820 mm Niederschlag gemessen.

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.

Monat	Temperatur Grad C		Niederschlag mm	
	2004/2005	Mittel 1951 - 2000	2004/2005	Mittel 1951 - 2000
Oktober	6,1	3,9	50	60
November	-1,1	-1,7	25	64
Dezember	-4,9	-4,8	38	62
Januar	-6,2	-5,9	82	66
Februar	-9,7	-5,4	46	57
März	-2,3	-2,2	25	60
April	2,8	1,3	35	54
Winter	-2,2	-2,1	301	423
Mai	7,6	6,3	105	81
Juni	11,6	9,5	91	123
Juli	12,0	11,6	116	147
August	9,8	11,2	246	142
September	9,0	8,2	58	97
Sommer	10,0	9,4	616	590
hydr. Jahr	2,9	2,7	917	1013

Tabelle 2: Klimadaten 2004/2005 an der Station Galtür in 1648 m Seehöhe.

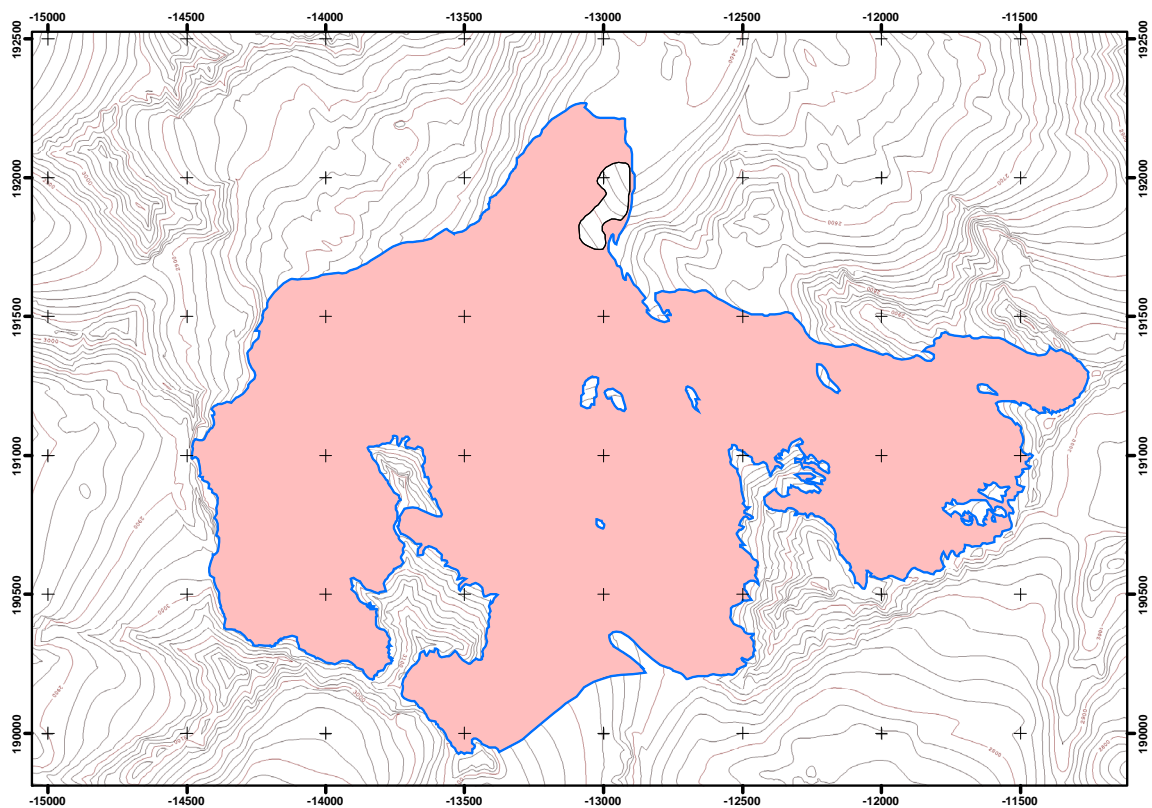


Abbildung 2: Schneebedeckung des Jamtal Ferners am 26.6. farbige Flächen sind Flächen mit Altschnee.

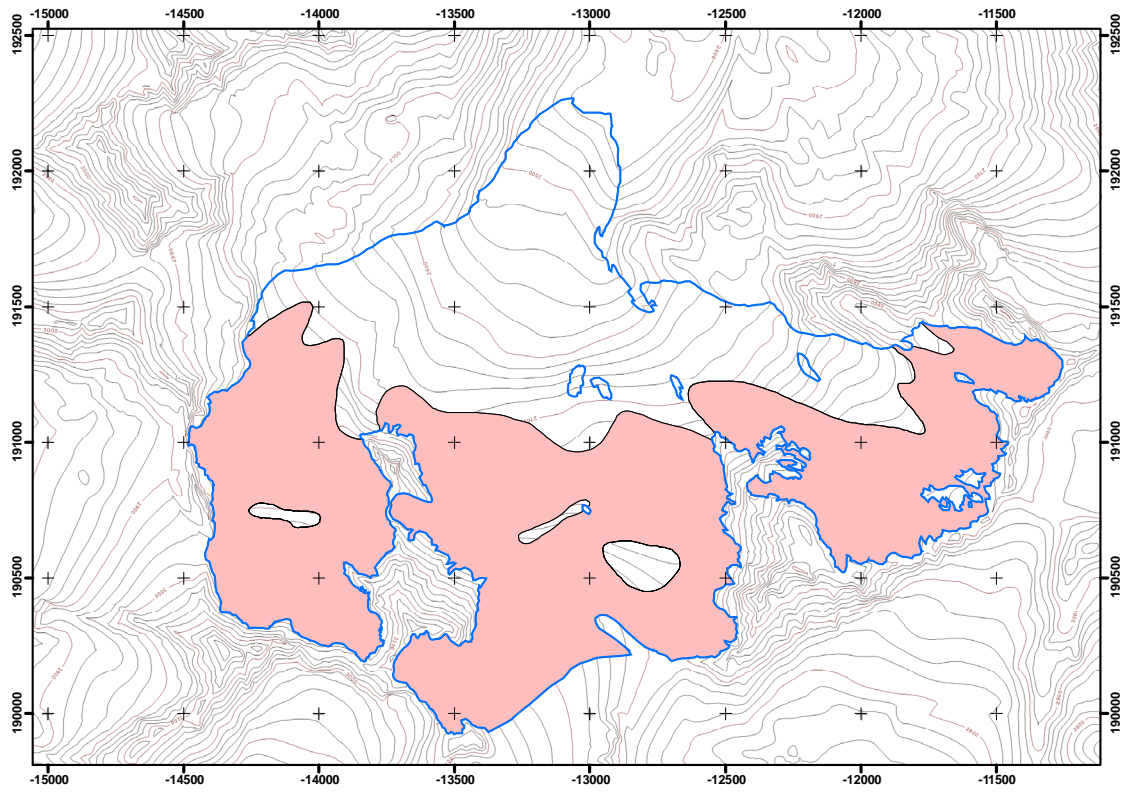


Abbildung 3: Schneebedeckung des Jamtal Ferners am 27.7. farbige Flächen sind Flächen mit Altschnee.

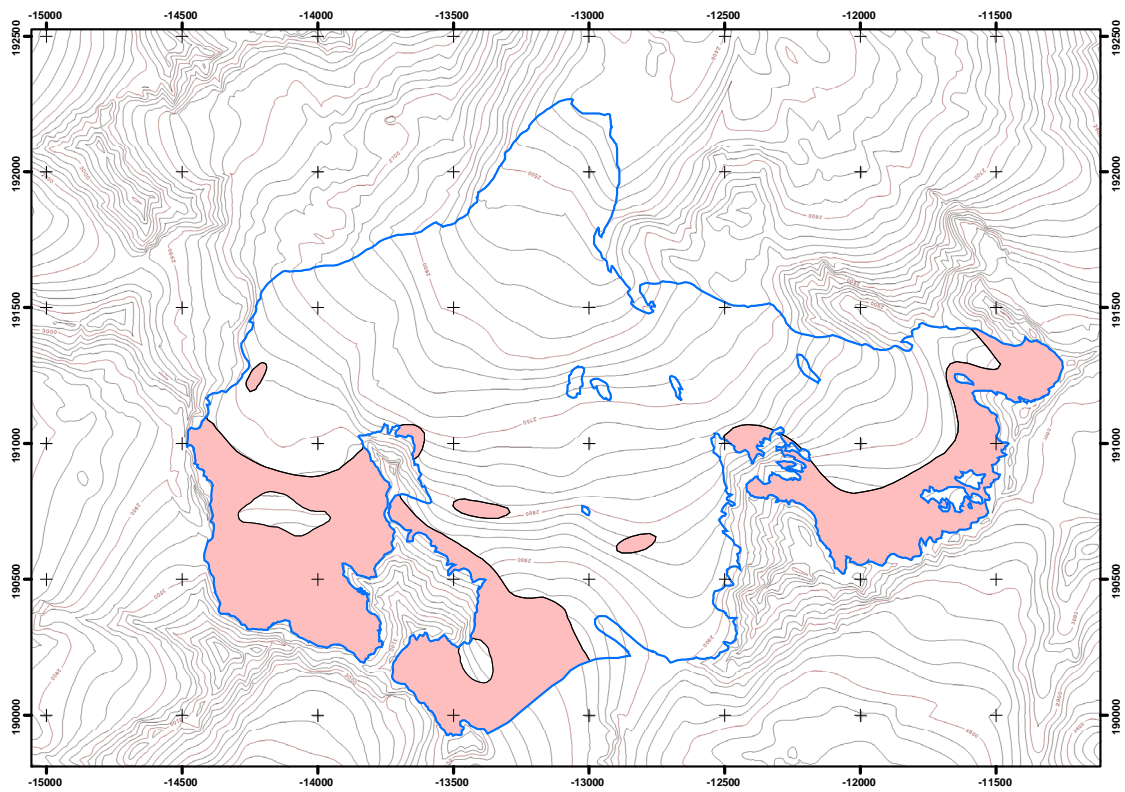


Abbildung 4: Schneebedeckung des Jamtal Ferners am 1.9. farbige Flächen sind Flächen mit Altschnee.



Abbildung 5: Jamtalferner, 1.9.2005



Abbildung 6: Jamtalferner, 1.9.2005



Abbildung 7: Jamtalferner, 1.9.2005



Abbildung 8: Jamtalferner, 1.9.2005

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 2004/2005

4.1 Die Winterbilanz 2004/2005

Vom 22. bis 24. 4. 2005 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 6 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 9 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 $B_{wi} = 3,08 \times 10^6 \text{ m}^3$ für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von $b_{wi} = 850 \text{ mm}$. Tabelle 4 gibt die Winterbilanz des Jamtal Ferners, aufgeteilt nach Höhenstufen, wieder.

$$B_{wi} = 3,08 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$b_{wi} = 850 \text{ mm}$$

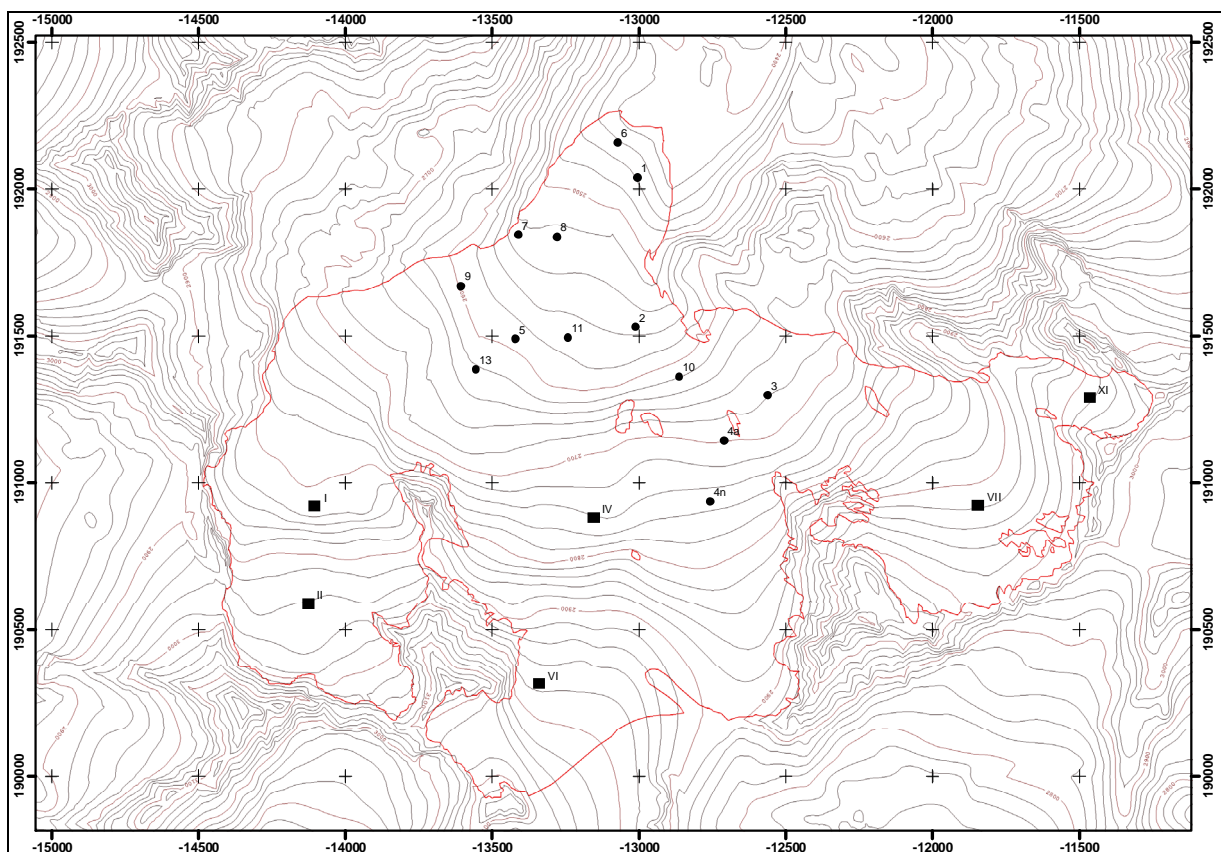


Abbildung 9: Lage der Schneeschächte (Quadrate) und Pegel (Punkte) am Jamtal Ferner. Die Messergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg/m ³	mm
I	2850	297	356	1060
II	2920	354	356	1260
VI	2960	266	339	900
VII	2920	249	330	820
XI	3050	200	312	640

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom April 2005 am Jamtal Ferner.

Höhenstufe	Fläche	Bilanz	Wasserwert
m	km ²	10 ³ m ³	mm
2400 - 2500	0.021	15	740
2500 - 2600	0.314	245	780
2600 - 2700	0.554	490	880
2700 - 2800	0.747	669	900
2800 - 2900	0.728	615	840
2900 - 3000	0.782	766	980
3000 - 3100	0.298	272	910
3100 - 3200	0.014	12	910
2400 - 3200	3.458	3084	850

Tabelle 4: Winterbilanz des Jamtal Ferners nach Höhenstufen. Die Werte gelten für die Zeit vom 1. Oktober 2004 bis 30. April 2005.

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 2005 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand vom 27. bis 29. September 2005 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 9 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	-4690	7	-2560
2	-2600	8	-2740
3	-1760	9	-2460
4 alt	-1510	10	-2060
4 neu	-1180	11	-2480
5	-2800		
6	-3960	13	-1920

Tabelle 5: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln am Jamtal Ferner vom 1. 10. 2004 bis 30.9.2005.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg/m ³	mm
I	2850	0	0	0
II	2920	75	484	360
VI	2960	19	485	340
VII	2920	0	0	0
XI	3050			-500

Tabelle 6: Wasserwerte der Schneeschnähte am Jamtal Ferner. Die Werte entsprechen der Jahresrücklage 1.10.2004 – 30.9.2005

Das Ergebnis dieser Messungen ist in Abbildung 10 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

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

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

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:

$$S = S_C + S_A$$

$$B = B_C + B_A$$

$$b = B / S$$

$$b_C = B_C / S_C$$

$$b_A = B_A / S_A$$

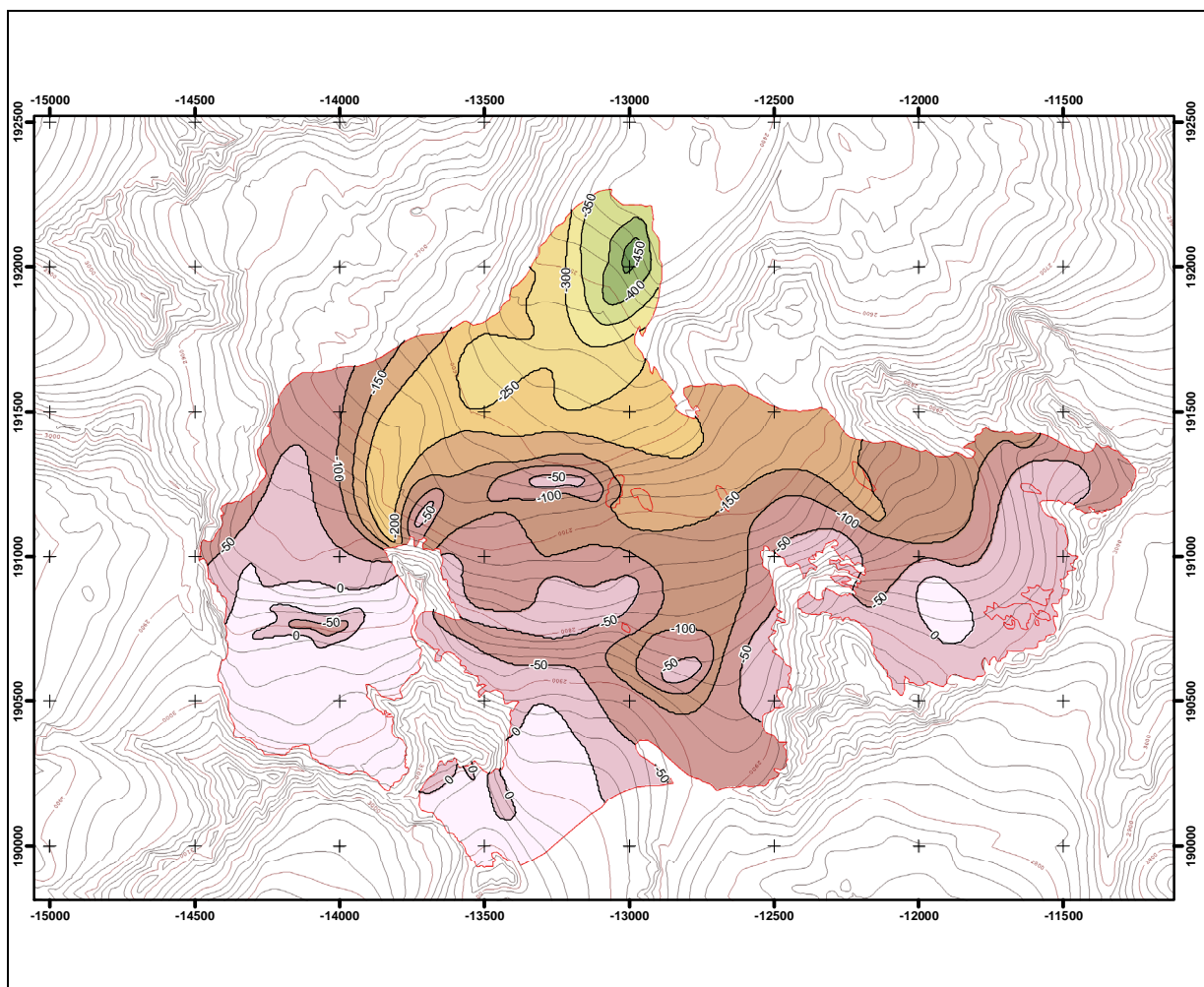


Abbildung 9: Isolinien des spezifischen Massenhaushaltes am Jamtal Ferner in mm Wasseräquivalent, gültig für den 30.9.2005. Die Teile des Gletschers, die seit der Kartenaufnahme ausgeapert sind, sind eng schraffiert.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt- Bilanz	spezifische Bilanz		
			2003/04	Winter	Sommer
			m	km ²	10 ³ m ³
2400 - 2500	0,115	-430	-3740	740	-4480
2500 - 2600	0,366	-918	-2510	780	-3290
2600 - 2700	0,595	-940	-1580	880	-2460
2700 - 2800	0,712	-655	-920	900	-1820
2800 - 2900	0,714	-371	-520	840	-1360
2900 - 3000	0,766	-84	-110	980	-1090
3000 - 3100	0,261	-3	-10	910	-920
3100 - 3200	0,011	0	0	850	-850
Summe	3,540	-3401	-975	850	-1825

Tabelle 7: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 2004/05 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Die spezifischen Bilanzen sind als Wasseräquivalent angegeben: 1mm entspricht 1 kg / m². Flächen nach neuer Karte 2002.

Akkumulationsgebiet			Flächenverhältnis
S _c	0,527 km ²		Sc/S 0,15
B _c	0,13 x 10 ⁶ m ³		
b _c	250 mm		
Ablationsgebiet			Gleichgewichtslinie über Gipfelniveau
S _a	-3,013 km ²		
B _a	-3,58 x 10 ⁶ m ³		
b _a	-1189 mm		
Jahresbilanz			
S	3,540 km ²		
B	-3,45 x 10 ⁶ m ³		
b	-975 mm		
Winter		Sommer	
B _{wi}	3,08 x 10 ⁶ m ³	B _{so}	-6,53 x 10 ⁶ m ³
b _{wi}	850 mm	b _{so}	-1825 mm

Tabelle 8: Kennzahlen der Massenbilanz 2004/05 des Jamtal Ferners.

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 11 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 11 anschaulich dargestellt ist.

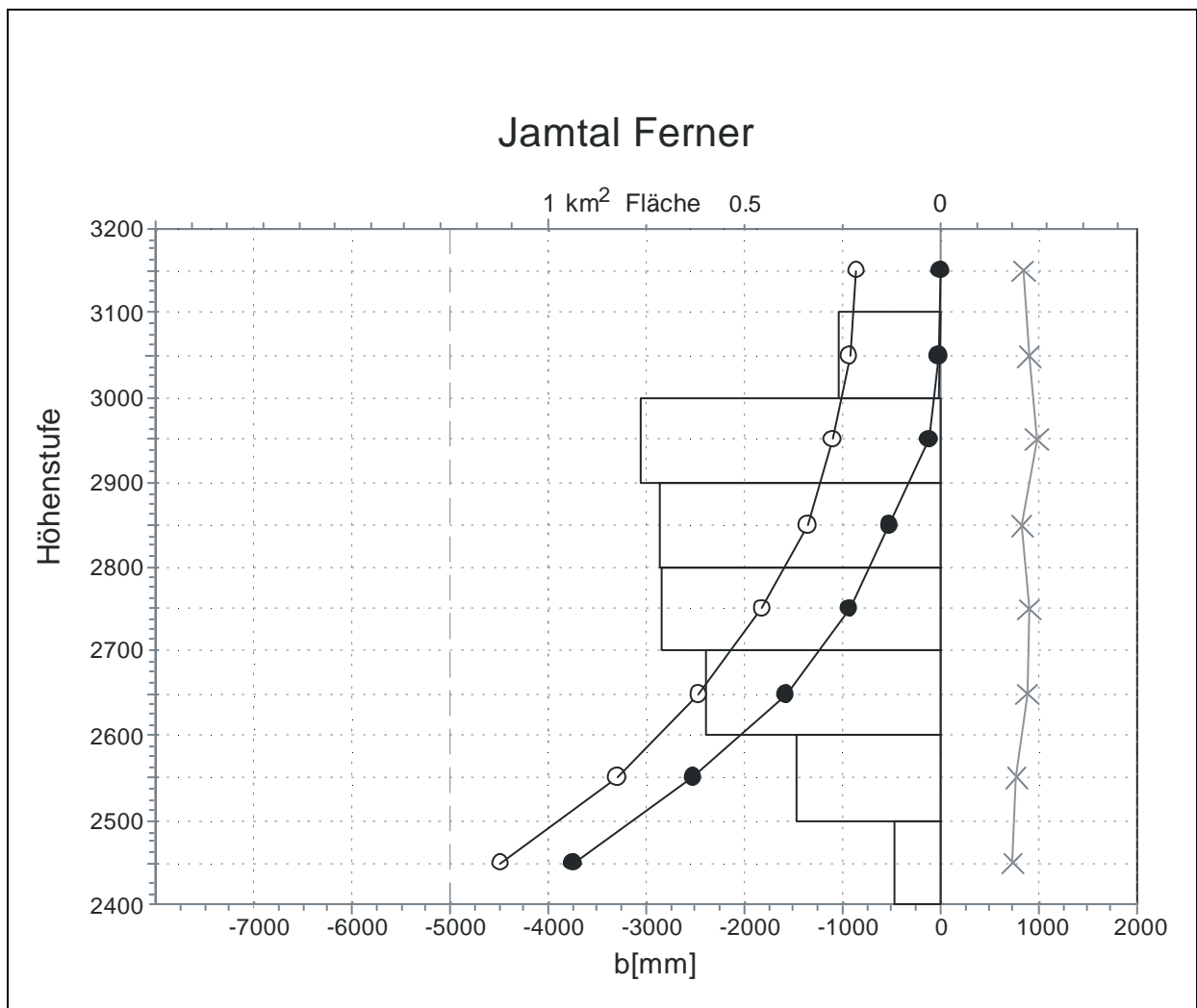


Abbildung 11: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (Balken) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.04 - 30.9.05 Punkte), der Winterbilanz b_{wi} (1.10.04 - 30.4.05 Kreuze) und der Sommerbilanz b_{so} (1.5. - 30.9.05 Kreise) für 100-m-Höhenstufen.

Jamtal	S _c	B _c	b _c	S _a	B _a	b _a	S	B
	km ²	10 ⁶ m ³	mm	km ²	10 ⁶ m ³	mm	km ²	10 ⁶ m 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
2002/2003	0	0,00	0	3,46	-7,71	-2229	3,46	-7,71
2003/2004	1,38	0,32	228	2,07	-1,11	-2072	3,46	-0,79
2004/2005	0,53	0,13	250	3,01	-3,58	-1189	3,54	-3,45
Summe	20,36	6,3	4370	42,51	-48,86	-19562	63,45	-42,56
Mittel	1,27	0,37	257	2,50	-2,87	-1151	3,73	-2,50
	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	-2220	1530	2910	0,28			
2002/2003	-2229	-3520	1293	****	0			
2003/2004	-288	-1560	1330	2870	0,40			
2004/2005	-975	-1825	850	****	0,15			
Summe	-11535							
Mittel	-679	-1919	1243		0,33			

Tabelle 9: 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:

seit 1969	-261,1
2003/2004	-2,7

7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl und F. Ott durchgeführt, die Analyse und der Bericht stammen von G. Markl, die graphische Gestaltung von A. Lambrecht und F. Pellet. Für die Überlassung von Klimadaten wird Herrn Dr. K. Gabl von der Wetterdienststelle Innsbruck gedankt.