

# **Massenhaushaltsuntersuchungen am JAMTALFERNER**

**Zusammenfassung der Messungen der Jahre 1990/91 bis 1999/2000**



**G. Markl, M. Kuhn, F. Pellet**

**Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck**

Im Herbst 1988 wurde im Auftrag des Hydrographischen Dienstes der Tiroler Landesregierung mit den Messungen zur Bestimmung des Massenhaushaltes nach der glaziologischen Methode am Jamtalferner begonnen. Der Jamtalferner liegt in der Gebirgsgruppe der Silvretta, am südlichen Ende des von Galtür nach Süden verlaufenden Jamtales. Er grenzt an Vorarlberg und die Schweiz. Der Jamtalferner trägt die Nummer A4J143SN/19 des Österreichischen Gletscherkatasters von 1969. Der Jamtalferner ist zum überwiegenden Teil nach Norden und Nordwesten orientiert. Seinen höchsten Punkt erreicht er in der Hinteren Jamspitze mit 3158 m, seine Zunge reicht bis gegen 2420 m herab, seine Fläche betrug zur Zeit der letzten kartographischen Erfassung 1969 4,131 km<sup>2</sup>, nach augenscheinlichen Korrekturen im Gelände beträgt seine heutige Fläche 3,65 km<sup>2</sup>. Der Jamtalferner hat nur eine kurze Zunge im Höhenbereich bis 2560 m, daran schließt sich eine große zusammenhängende Mulde bis 2800 m an. Darüber teilt sich der Jamtalferner in 3 verschiedene Einzugsgebiete auf. 65% der Gletscherfläche liegen in einem Höhenbereich zwischen 2700 m und 3000 m.

Massenhaushaltsuntersuchungen nach der glaziologischen Methoden beruhen auf direkten Messungen der Abschmelzbeträge und des Schneeauftrages. Die Abschmelzbeträge oder die Ablation wird an Hand von ins Eis eingebohrten Meßstangen, die Schneerücklage über Dichtebestimmungen der Schneedecke in von Hand gegrabenen Schächten bestimmt. Aus der Integration dieser Punktmessungen über die gesamte Gletscherfläche erhält man die gesamte Massenänderung. Beim Jamtalferner wurde als Zeitrahmen für die jeweilige Massenänderung die Dauer des Hydrologischen Jahres vom 1. Oktober bis 30. September ausgewählt.

Für den Massenhaushalt eines Gletschers im Alpenraum sind drei meteorologische Parameter von besonderer Bedeutung:

- der Niederschlag in Form von Schnee während des Winters,
- die Temperatur während der Sommermonate,
- die Anzahl der Tage sowie die Menge des Schneefalls während der Sommermonate.

Aus praktischer Erfahrung wird in diesem Zusammenhang der Winter als die sieben Monate von Oktober bis April und der Sommer von Mai bis September definiert.

Zusammenfassung der meteorologischen Werte der Klimastation Galtür, zur Verfügung gestellt von der Zentralanstalt für Meteorologie.

Bei der Beurteilung der Meßwerte muß man beachten, das die Klimastation Galtür 1974 und 1987 verlegt wurden (auch veränderte Höhenlage, Inversionsschicht im Winter!) und die Mittelbildung der Monatsmitteltemperatur sich mit Jahresbeginn 1971 von den Teminwerten  $7+14+21+21/4$  auf die Werte  $7+19+Max+Min/4$  geändert hat.

## Witterungsverlauf

### Winter (Oktober-April):

#### Temperatur

Mit Ausnahme des Winters 1998/1999, der bei einem Wert von  $-2,4^{\circ}\text{C}$  genau dem langjährigen Mittelwert 1961-1990 entsprach, lagen alle anderen Winter über dem Mittelwert. Die Winter 1994/95 und 1997/1998 mit einer Abweichung von  $+1,6^{\circ}\text{C}$  und  $+1,4^{\circ}\text{C}$  am deutlichsten.

#### Niederschlag

Von den zehn Wintern 1990/91 bis 1999/2000 waren drei zu trocken und sechs zu feucht. Die größten Abweichungen vom 30-jährigen Mittelwert 1961-1990 gab es 1995/96 mit  $-219\text{ mm}$  und 1998/99 mit  $+206\text{ mm}$  (Lawinenunglücke in Westtirol)

Der 10-jährige Mittelwert der Temperatur und des Niederschlags der Station Galtür betragen  $-1,6^{\circ}\text{C}$  und  $459\text{ mm}$  und liegen damit um  $+0,8^{\circ}\text{C}$  über bzw.  $-5\text{ mm}$  unter dem 30-jährigen Mittelwert.

### Sommer (Mai-September):

#### Temperatur

Sechs der 10 Sommer fielen zu warm aus. Die größten Abweichungen vom Mittel ergaben sich in den Sommern 2000 mit  $+1,2^{\circ}\text{C}$  und 1996 mit  $-0,7^{\circ}\text{C}$ . Mit einem 10-jährigen Mittelwert der Sommertemperatur von  $9,7^{\circ}\text{C}$  lag diese Periode um  $+0,5^{\circ}\text{C}$  über dem langjährigen Mittelwert von 1961–1990.

#### Niederschlag

Fünf Sommer fielen zu feucht aus, 4 zu trocken, einer entsprach dem Mittelwert. Deutlich zu niederschlagsreich waren die Sommer 1996 mit  $+116\text{ mm}$  und 1999 mit  $+114\text{ mm}$ . Eindeutig zu trocken fiel der Sommer 1992 mit  $-155\text{ mm}$  aus.

Die Kombination zu warm und zu trocken trat im den Sommern 1992, 1997 und 1998 auf, die Kombination zu kühl und zu feucht in den Sommern 1991 und 1995.

### Hydrologisches Jahr:

Alle 10 Jahre waren gegenüber der Periode 1961-1990 zu warm, 6 Jahre waren zu trocken und 4 zu feucht.

### Totalisator Jamtalferner Zunge:

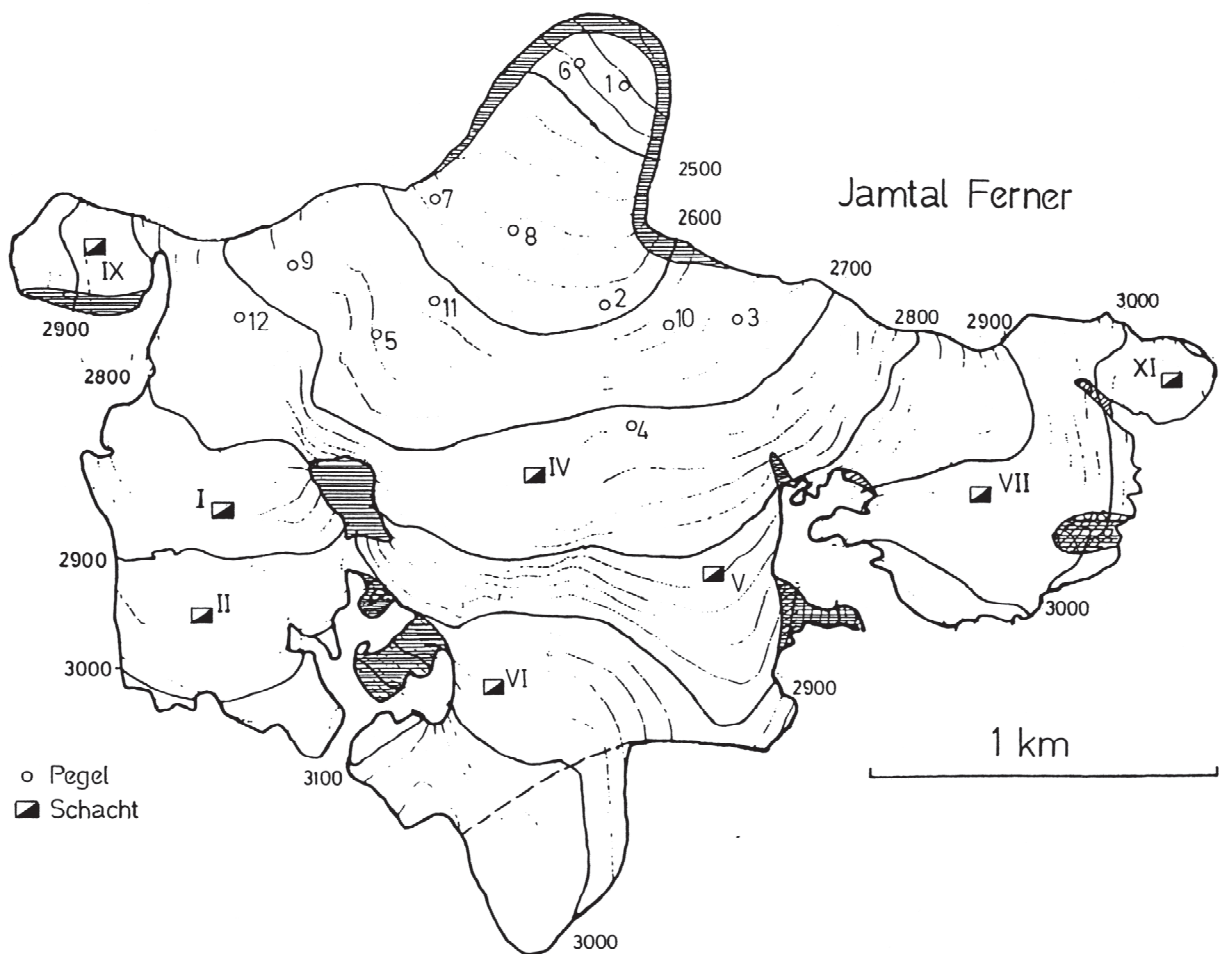
Im Herbst 1988 wurde im Zungenvorfeld des Jamtalferners ein Niederschlagssammler aufgestellt. Im schneereichen Winter 1991/92 erreichte die Höhe der Schneedecke fast das Niveau der Topf-oberkante des Regenmessers, diese Winterwert ist daher sicher verfälscht. Im Sommer 1992 wurde der Standort verändert: der Niederschlagssammler wurde aus der Mulde knapp vor dem Zungenende des Jamtalfernes etwas nach Norden und um  $10\text{ m}$  höher verlegt. Gleichzeitig wurde die Höhe des Niederschlagssammlers über dem Boden um ca.  $1\text{ m}$  erhöht.

Auf das hydrologische Jahr bezogen wurde im zehnjährigen Mittel am Regenmesser  $155\%$  des Niederschlags von Galtür gemessen.

Für den Winter beträgt der Wert  $171\%$  und für den Sommer  $143\%$ .

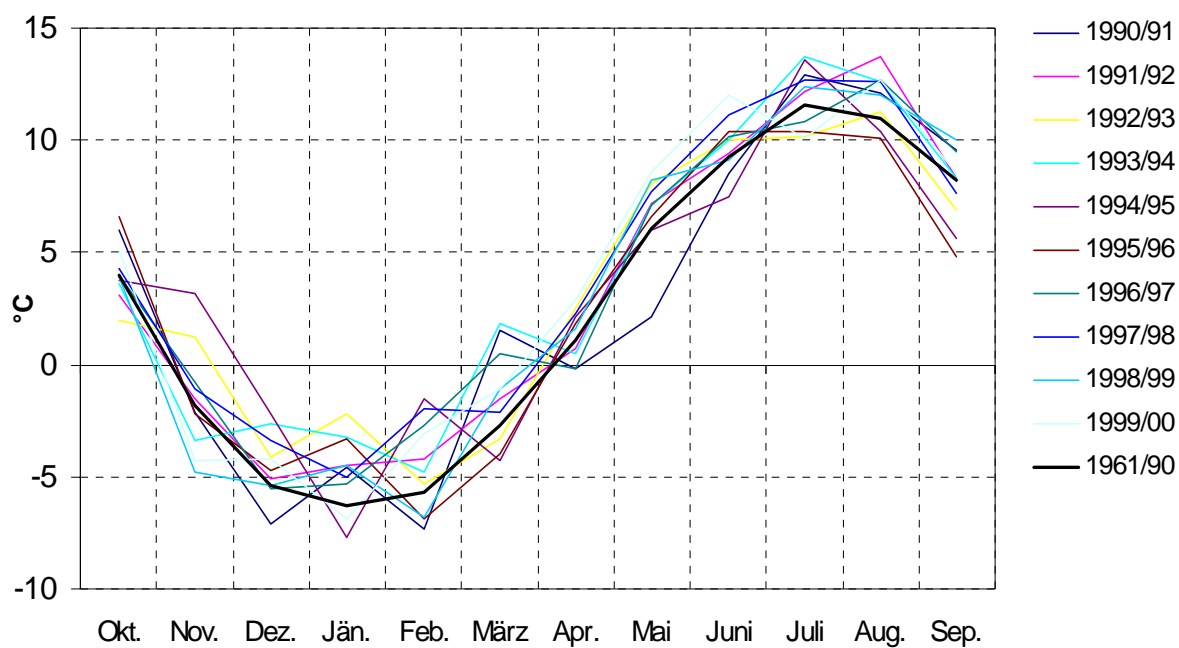
Vergleicht man die aus den Messungen am Niederschlagssammler gewonnenen Werte des Niederschlags in den Monaten Oktober bis April mit den in unmittelbarer Nähe in der Schneedecke an der Zunge des Jamtalferners gespeicherten Wasserwerten, dann ergibt sich, daß in der Schneedecke doppelt soviel Wasser gespeichert ist, wie im Totalisator gemessen wird.

## Lageplan der Pegel und Schächte



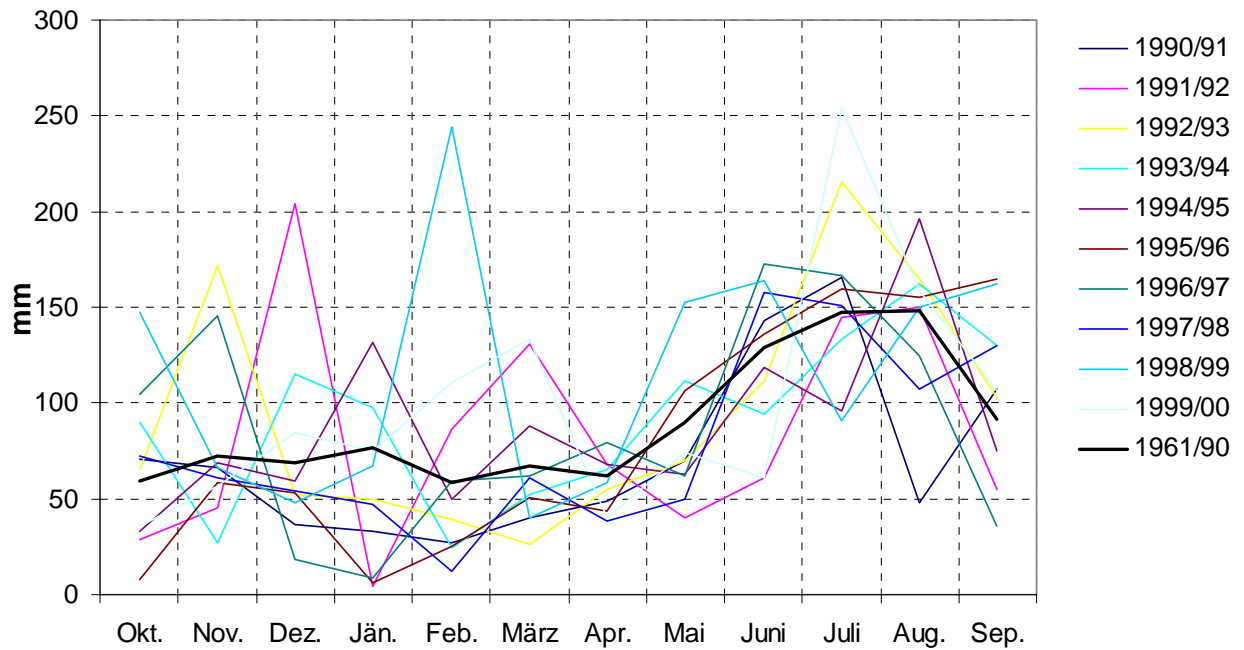
## Galtür Temperatur

	Okt.	Nov.	Dez.	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Jahr
1990/91	6.0	-2.1	-7.1	-4.6	-7.3	1.5	-0.2	2.1	8.5	12.9	12.1	9.6	2.6
1991/92	3.1	-1.5	-5.1	-4.5	-4.2	-1.5	0.7	7.2	9.4	12.2	13.7	8.3	3.2
1992/93	2.0	1.2	-4.1	-2.2	-5.3	-3.3	2.5	8.1	10.0	10.2	11.3	6.9	3.1
1993/94	3.6	-3.4	-2.6	-3.2	-4.8	1.8	0.5	7.1	10.0	13.7	12.6	8.3	3.6
1994/95	3.8	3.2	-2.2	-7.7	-1.5	-4.3	2.1	6.0	7.5	13.6	10.4	5.6	3.0
1995/96	6.6	-2.2	-4.7	-3.3	-6.9	-4.0	1.8	6.6	10.4	10.4	10.1	4.8	2.5
1996/97	4.0	-0.8	-5.5	-5.3	-2.7	0.5	-0.2	7.1	10.2	10.8	12.7	9.5	3.4
1997/98	4.3	-1.1	-3.4	-5.0	-2.0	-2.1	2.3	7.7	11.1	12.7	12.6	7.6	3.7
1998/99	3.9	-4.8	-5.4	-4.5	-6.8	-1.1	1.6	8.2	9.1	12.4	12.0	10.0	2.9
1999/00	5.1	-4.3	-4.2	-6.9	-3.1	-1.1	2.9	8.6	12.0	10.1	12.7	8.5	3.4
Mittel	4.2	-1.6	-4.4	-4.7	-4.5	-1.4	1.4	6.9	9.8	11.9	12.0	7.9	3.1
1961/90	4.0	-1.8	-5.4	-6.3	-5.7	-2.7	1.1	6.1	9.3	11.6	11.0	8.2	2.5



## Galtür Niederschlag

	Okt.	Nov.	Dez.	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Jahr
1990/91	71	66	37	33	27	40	49	70	143	166	48	107	857
1991/92	29	45	204	4	86	131	68	40	61	145	150	55	1018
1992/93	65	172	52	50	39	26	55	70	112	215	165	103	1124
1993/94	90	27	115	98	24	52	65	112	94	133	162	130	1102
1994/95	33	69	59	132	50	88	68	63	119	96	196	75	1048
1995/96	8	58	53	6	25	51	44	106	136	160	155	165	967
1996/97	105	146	18	9	59	62	79	62	173	167	125	36	1041
1997/98	72	61	54	47	12	61	38	50	158	151	107	130	941
1998/99	147	66	48	67	244	40	58	153	164	91	150	162	1390
1999/00	36	57	85	75	111	133	40	74	61	254	159	106	1191
Mittel	66	77	73	52	68	68	56	80	122	158	142	117	1078
1961/90	59	72	69	77	58	67	62	90	129	147	148	92	1082





## Klima Galtür

	<b>Winter (X-IV)</b>				<b>Sommer (V-IX)</b>				
	Temperatur	Abweichung	Niederschlag	Abweichung	Temperatur	Abweichung	Niederschlag	Abweichung	
	v. Mittel 61/90			v. Mittel 61/90		v. Mittel 61/90		v. Mittel 61/90	
1990/1991	-2.0	0.4	323	-141	9.0	-0.2	534	-72	
1991/1992	-1.9	0.5	567	103	10.2	1.0	451	-155	
1992/1993	-1.3	1.1	459	-5	9.3	0.1	665	59	
1993/1994	-1.2	1.2	471	7	10.3	1.1	631	25	
1994/1995	-0.8	1.6	499	35	8.6	-0.6	549	-57	
1995/1996	-1.8	0.6	245	-219	8.5	-0.7	722	116	
1996/1997	-1.4	1.0	479	14	10.1	0.9	563	-43	
1997/1998	-1.0	1.4	345	-119	10.3	1.1	596	-10	
1998/1999	-2.4	0.0	670	206	10.3	1.1	720	114	
1999/2000	-1.7	0.7	537	73	10.4	1.2	654	48	
1991/2000	-1.6		460		9.7		609		
1901/1980	-1.9	0.3	394	66	9.5	0.2	552	57	
1951/1980	-2.3	0.7	376	84	9.3	0.4	566	43	
1961/1990	-2.4	0.8	464	-4	9.2	0.5	606	3	

## Hydrol. Jahr

	Temperatur	Abweichung	Niederschlag	Abweichung
	v. Mittel 61/90		v. Mittel 61/90	
1990/1991	2.6	0.2	856	-214
1991/1992	3.2	0.8	1018	-52
1992/1993	3.1	0.7	1124	54
1993/1994	3.6	1.2	1102	32
1994/1995	3.1	0.7	1048	-22
1995/1996	2.5	0.1	976	-103
1996/1997	3.6	1.2	1041	-29
1997/1998	3.7	1.3	941	-129
1998/1999	2.9	0.5	1390	320
1999/2000	3.4	1.0	1191	121
1991/2000	3.2		1069	
1901/1980	2.9	0.3	946	123
1951/1980	2.5	0.7	942	127
1961/1990	2.4	0.8	1070	-1

**Niederschlag in mm**

		<b>Totalisator Jamtalferner Zunge</b>			<b>Galtür</b>
		<b>Winter</b>	<b>Sommer</b>	<b>Jahr</b>	<b>Jahr</b>
26.09.1990	29.04.1991	612			
29.04.1991	09.10.1991		893	1505	852
09.10.1991	05.05.1992	1260			
05.05.1992	02.10.1992		385	1645	1009
02.10.1992	03.05.1993	825			
03.05.1993	09.10.1993		1067	1892	1174
09.10.1993	02.05.1994	779			
02.05.1994	30.09.1994		950	1729	1052
30.09.1994	04.05.1995	730			
04.05.1995	29.09.1995		832	1562	1047
29.09.1995	24.04.1996	441			
24.04.1996	04.10.1996		988	1429	983
04.10.1996	28.04.1997	684			
28.04.1997	05.10.1997		897	1581	1034
05.10.1997	28.04.1998	665			
28.04.1998	25.09.1998		859	1524	915
25.09.1998	28.04.1999	923			
28.04.1999	29.09.1999		893	1816	1389
29.09.1999	25.04.2000	927			
25.04.2000	12.10.2000		1022	1949	1254
<b>Mittelwert</b>		<b>785</b>	<b>878</b>	<b>1663</b>	<b>1071</b>

RM 1992 verstellt



**Jamtalferner, Ablation in mm Wasserwert**

Jahr Pegel	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	3930	4150	2990	3850	2650	3700	2890	4510	3030	3040
2	3060	2070	1600	2160	860	1550	1350	2730	1410	1210
3	2320	1240	1110	1480	290	1110	830	2340	890	240
4	2040	1290	610	730	20	750	80	1500		
5	2390	1540	1000	1490	300	1290	660	2100	820	890
6	3510	3410	2830	2930	1710	2580	2770	3680	2020	2460
7	2510	2260	910	2570	300	1500	1290	2980	-350	140
8	3230	2550	1760	2480	1330	1800	1520	2650	1840	1630
9	2470	2160	1440	1970	630	1540	960	2630	1050	1100
10	2230	1690	1100	1520	410	1080	460	2960	870	690
11		2260	1660	2520	1020	1490	1420	2990	1270	1380
12					330	1040	570	2120		130

Pegel Nr. 7, 1999: Lawinenreste, daher Akkumulation

**Jamtalferner, Akkumulation in mm Wasserwert**

Jahr Schacht	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
I			440		390	0	270			590
II	40		1010	310	990	870	770		1010	1200
VI			1200		820	770	580		580	630
VII			810		310	0	500		370	630
XI			320		350	-90	330			350

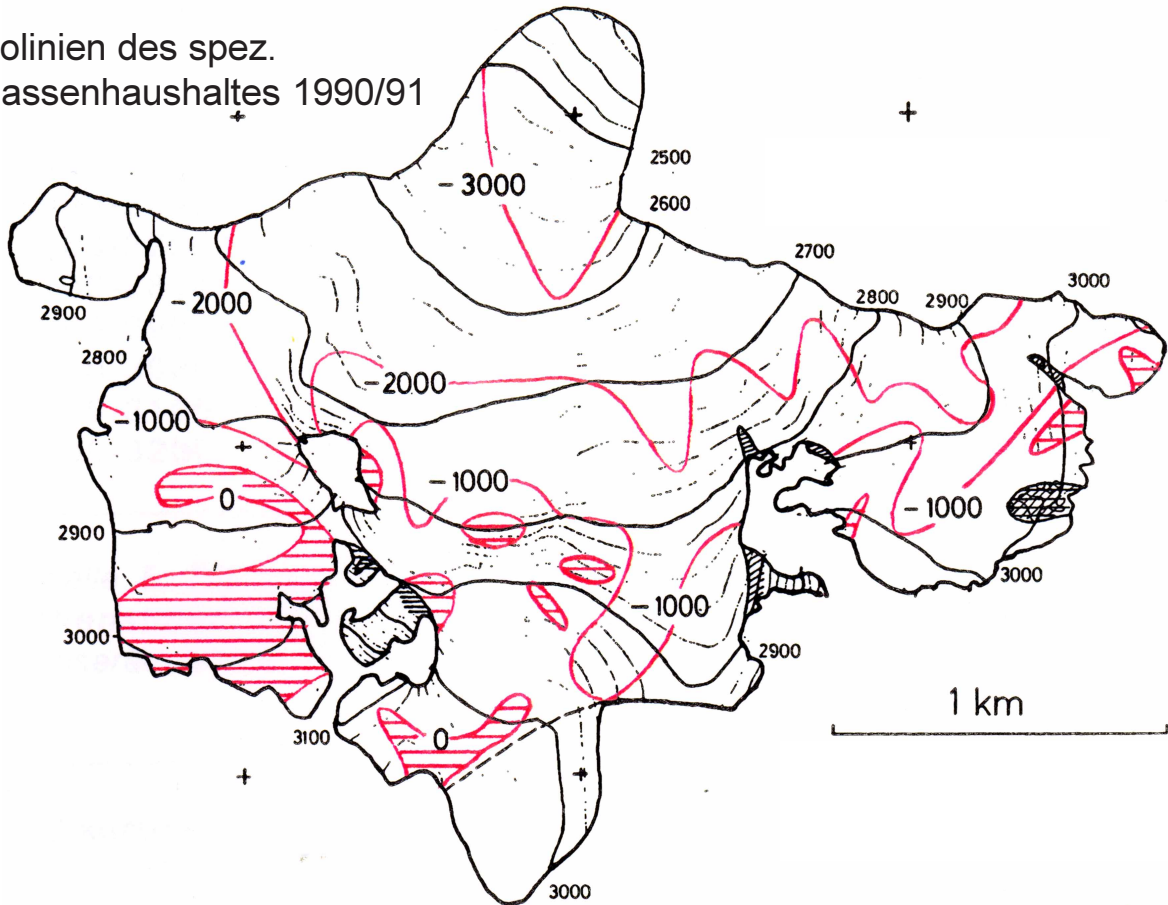
**Jamtalferner, Schneeschächte Winter in mm Wasserwert**

Jahr Schacht	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Zunge	530		1100		1250	500	1420	880		
I	850	1670	1370	1560	1520	1060	1730	1120		1580
II	1100	1660	1490	1470	1770	1260	1810	1290	1960	1670
III						790				
IV	750	1580	1320	1520	1430	790	1890	1040	1870	1470
V	860			1500		740				
VI	760	1340	980	1020	1210	1200	1848	1110	1780	1180
VII	830	1510	1040	1350	1560	930	1300	960	1660	1220
VIII	740	1120	1160							
IX			1150			1110	1860	1450		1840
XI	900	810	870	1250	870	780	1120	770		870
XII	580		1140	1700	1740	780		730		

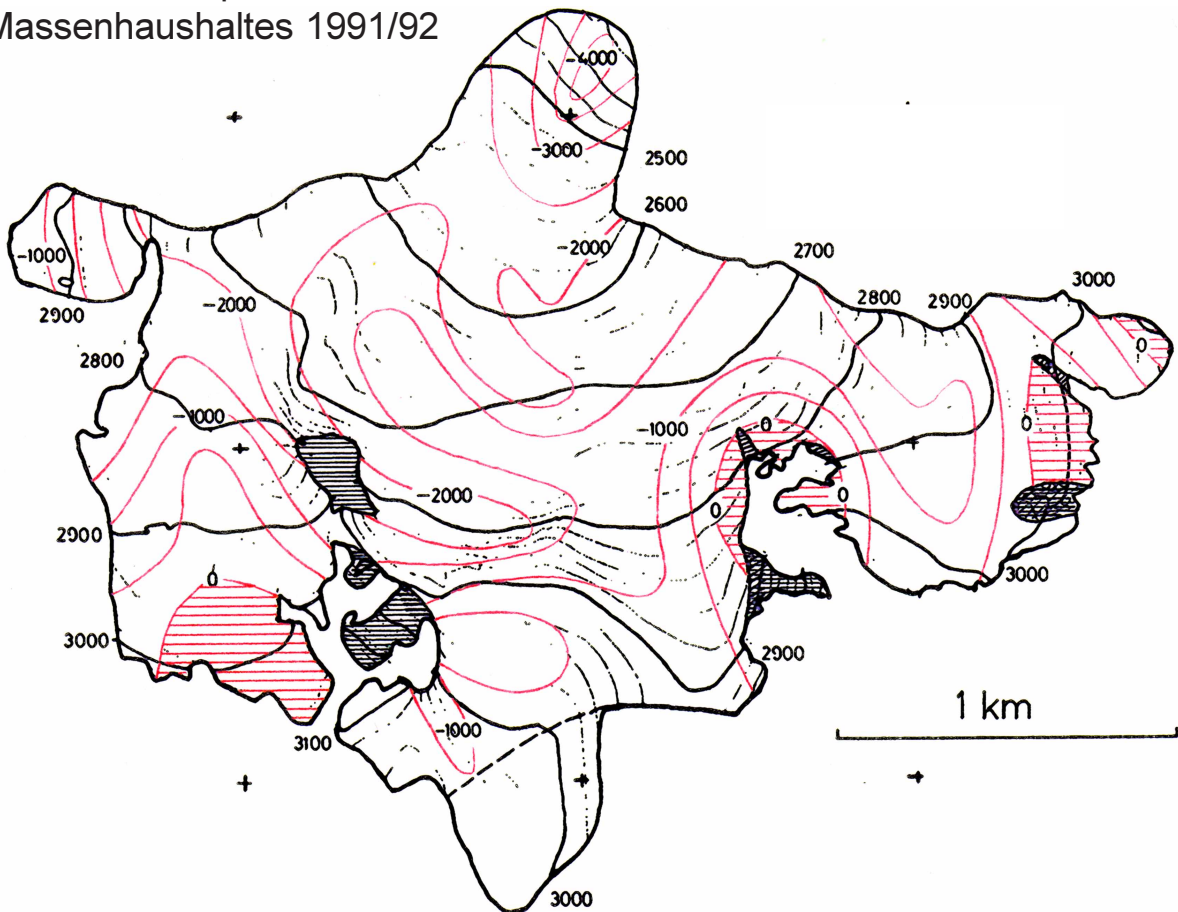
**Jamtalferner, Längenänderung der Gletscherzunge**

Jahr Meter	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	-14.7	-9.0	-9.2	-11.1	-7.1	-12.1	-9.6	-12.0	-6.7	-7.3

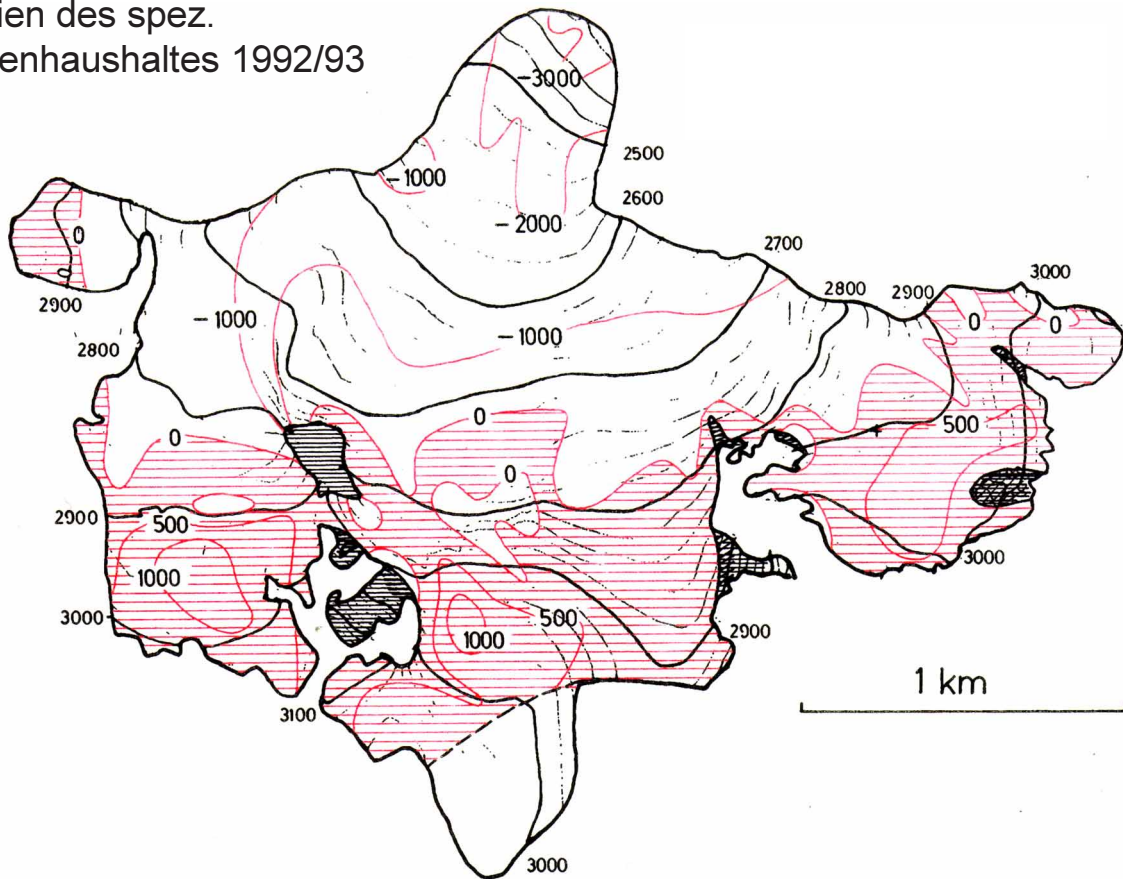
Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1990/91



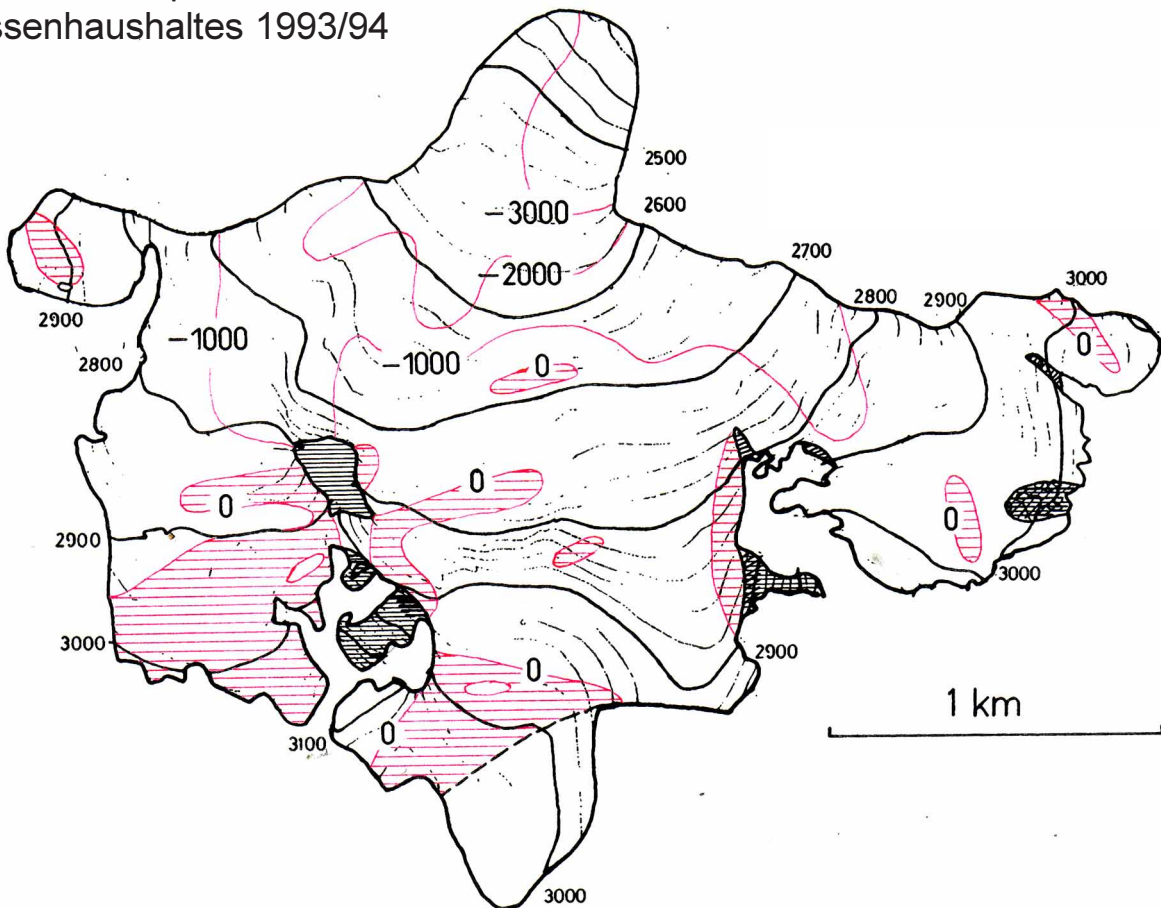
Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1991/92



Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1992/93

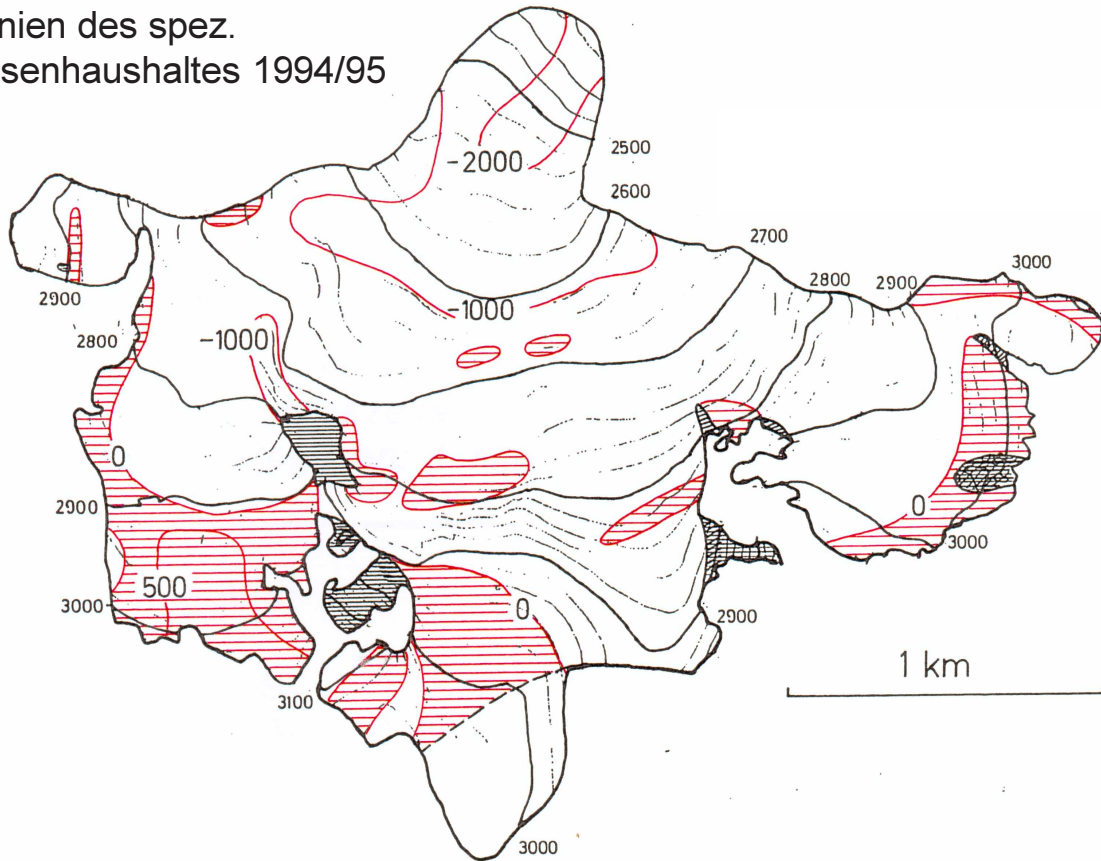


Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1993/94

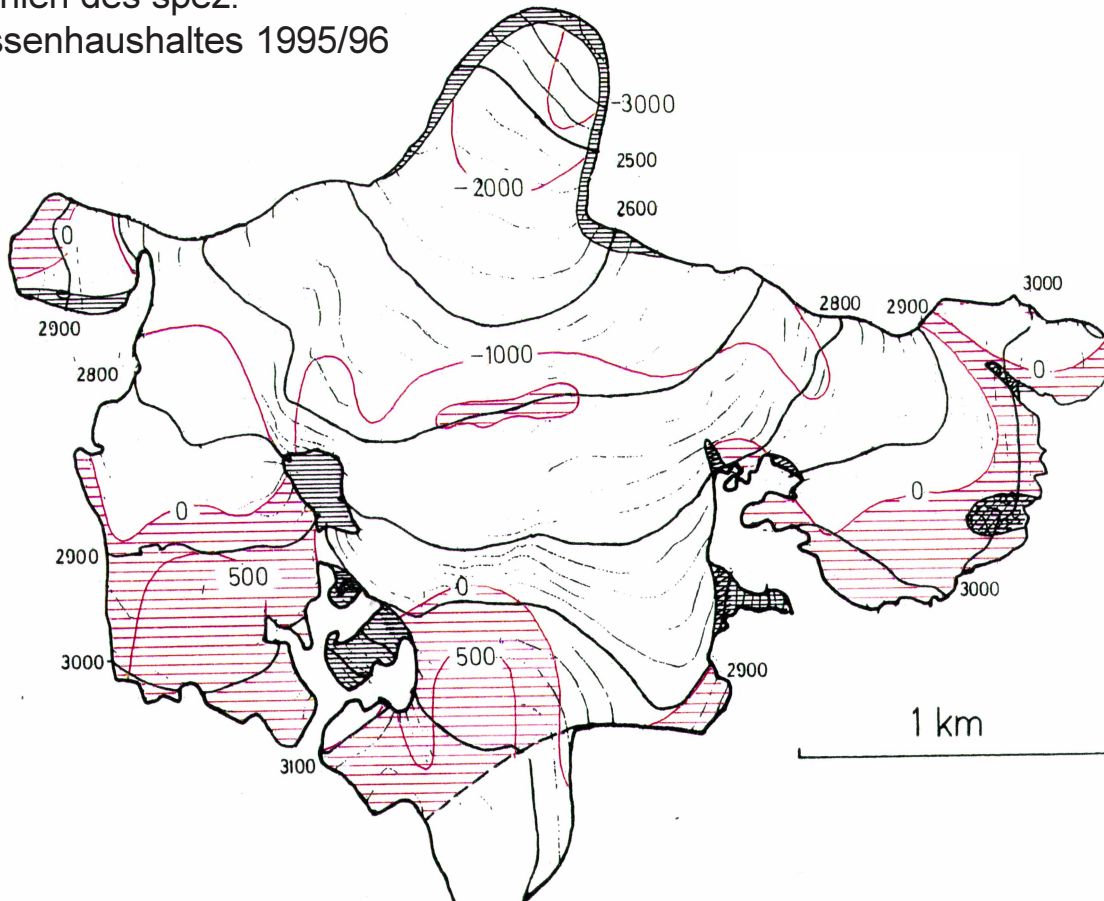




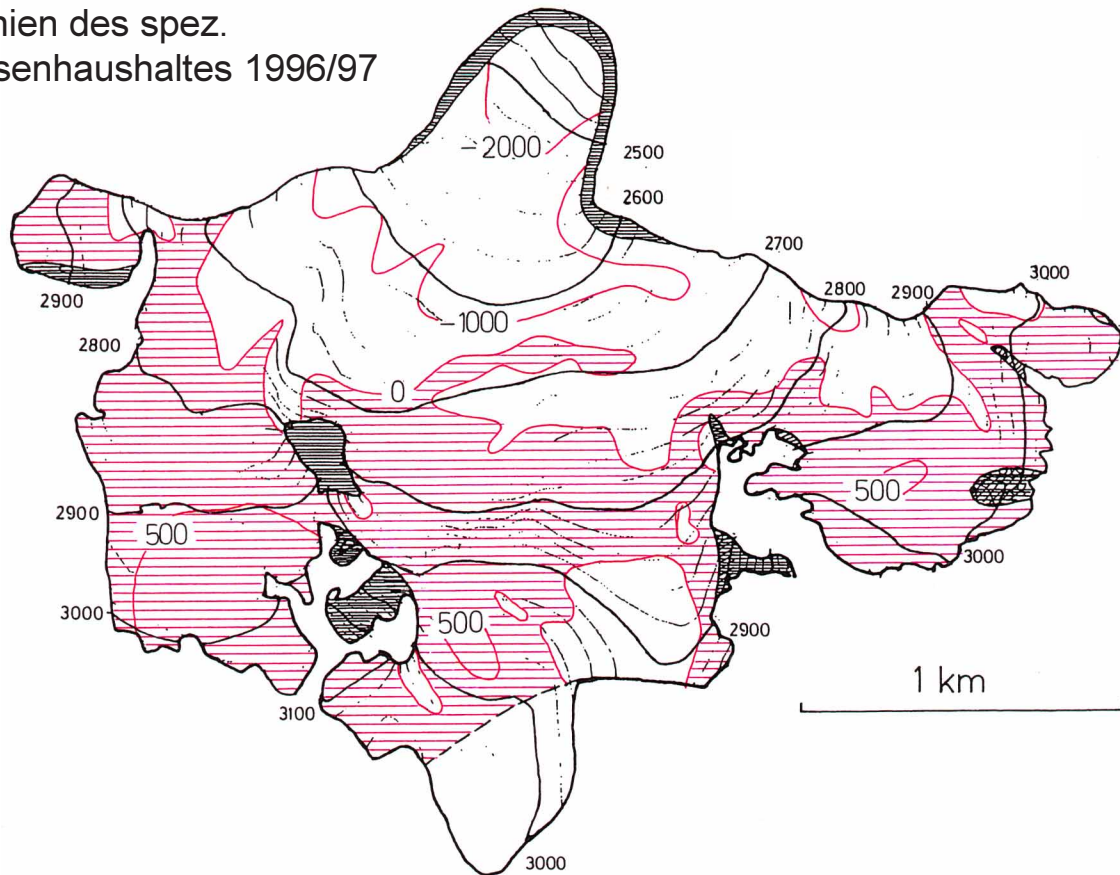
Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1994/95



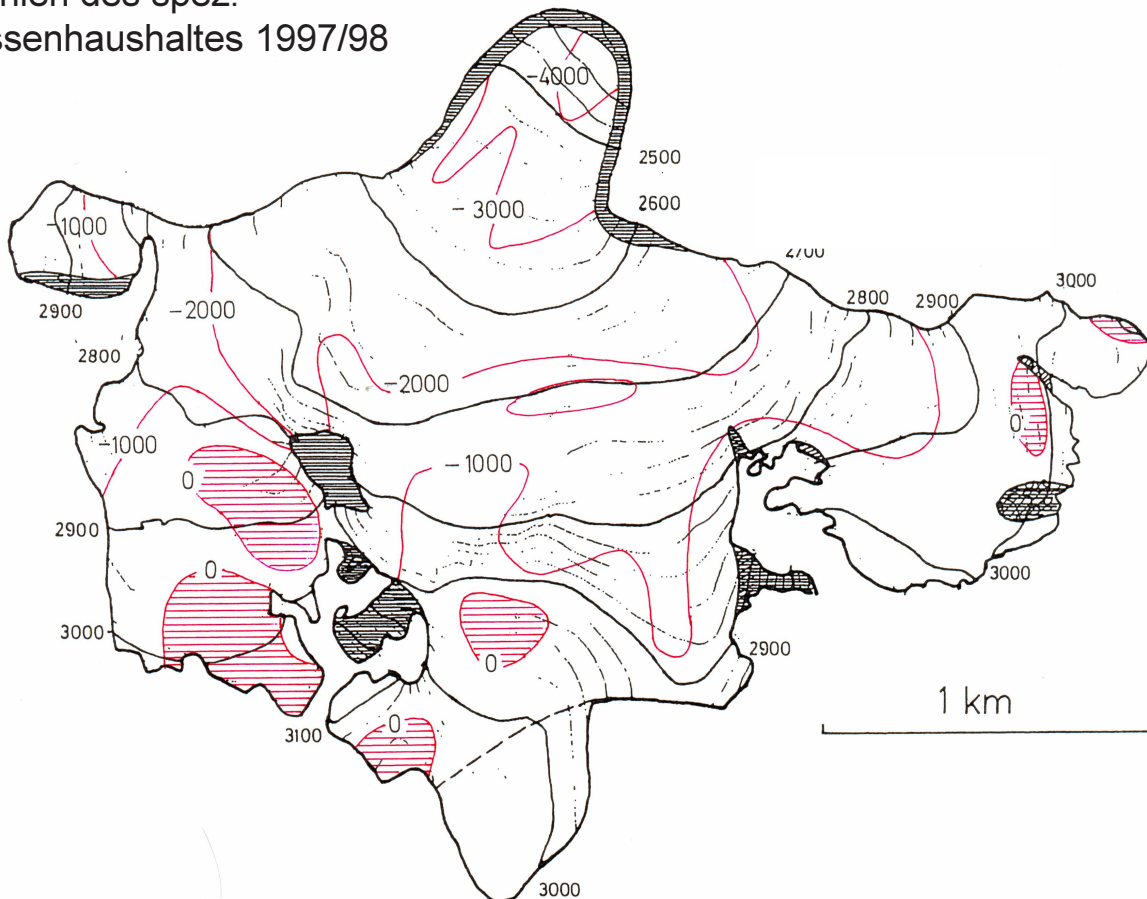
Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1995/96



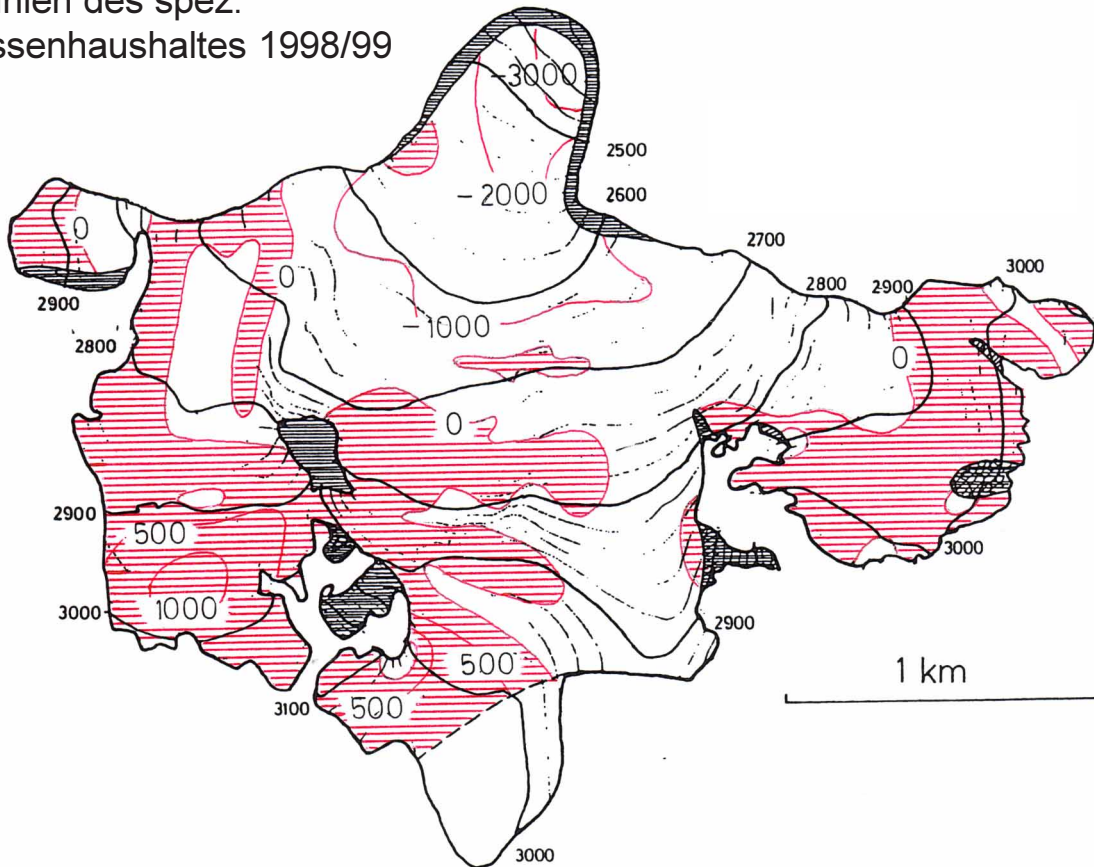
Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1996/97



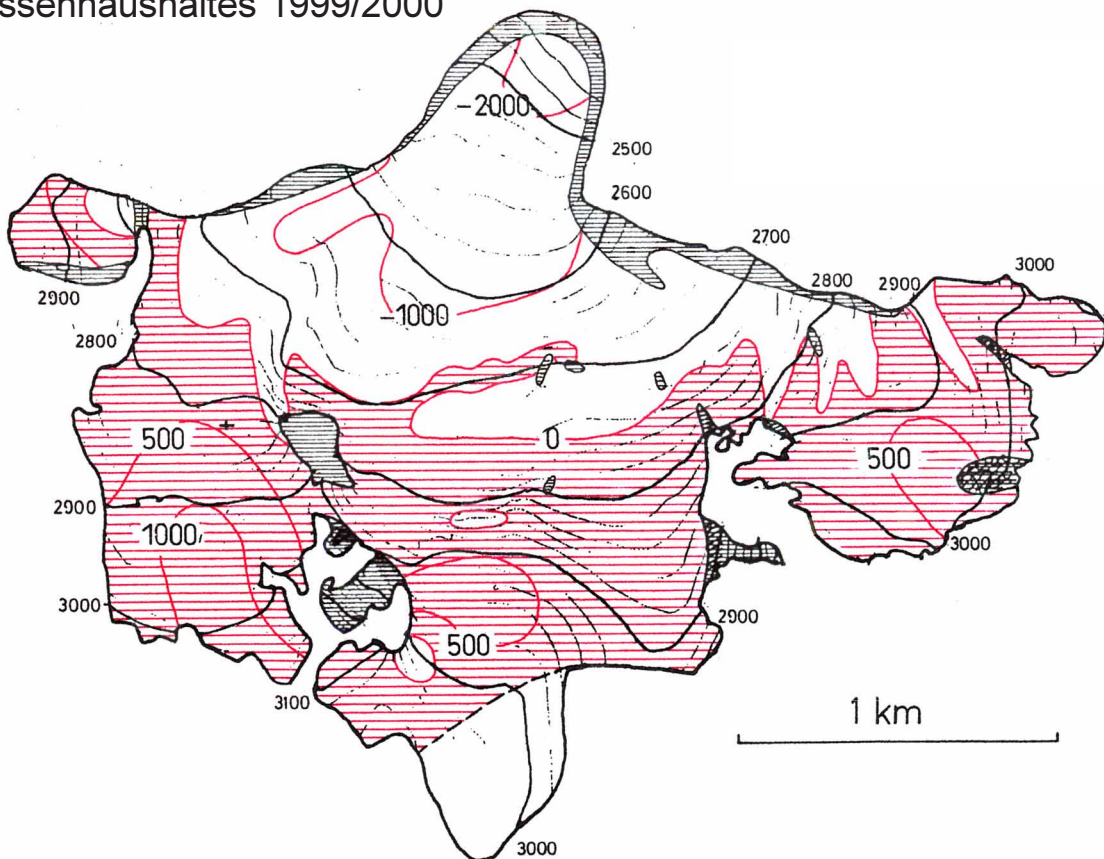
Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1997/98



Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1998/99



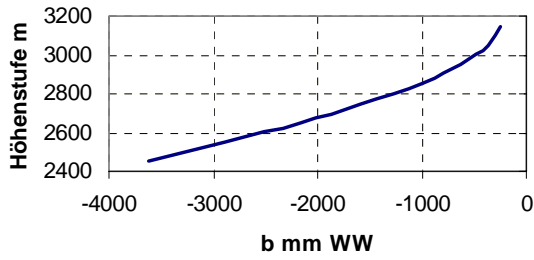
Isolinien des spez.  
Massenhaushaltes 1999/2000



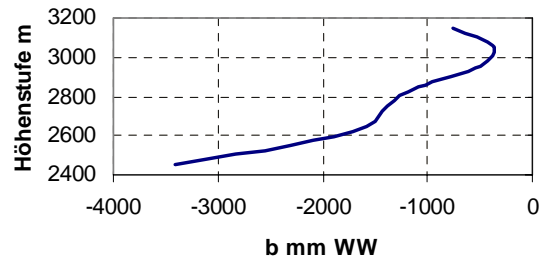


## Bilanz - Höhenverteilung

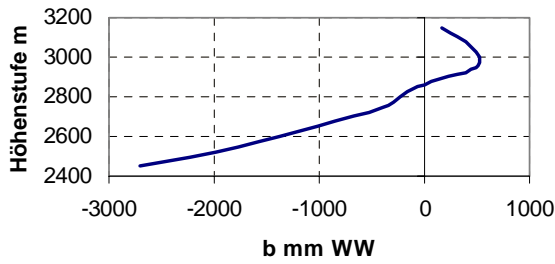
1990/91



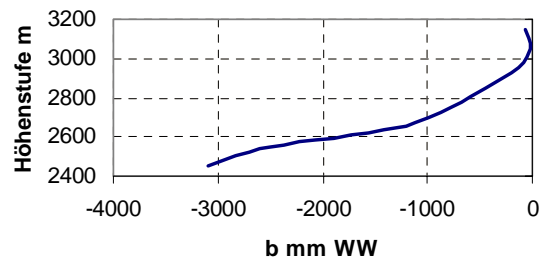
1991/92



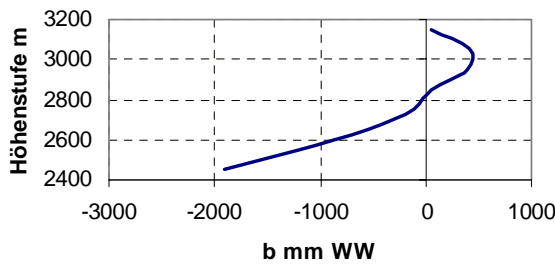
1992/93



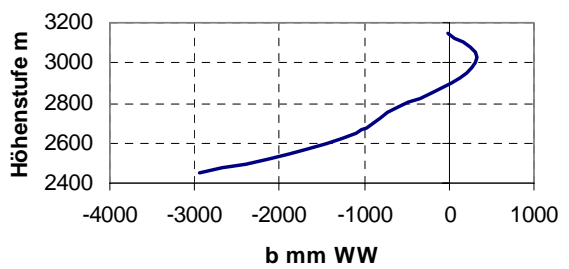
1993/94



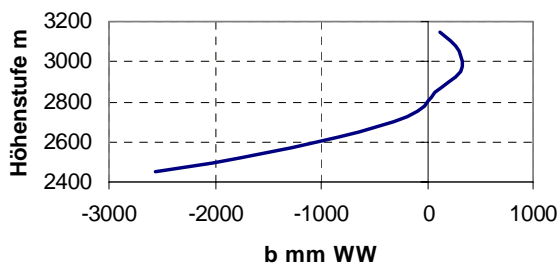
1994/95



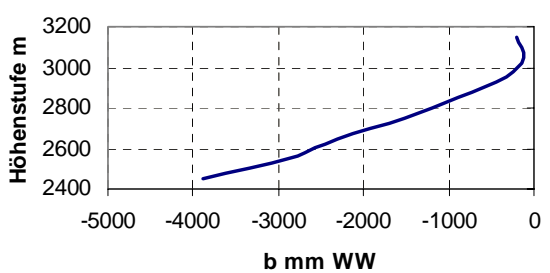
1995/96



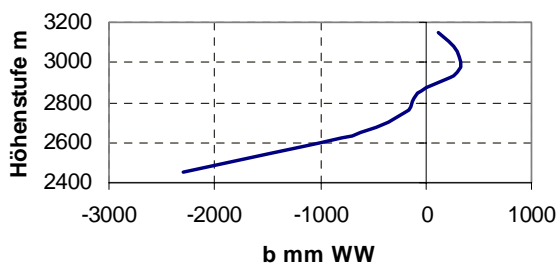
1996/97



1997/98



1998/99



1999/00

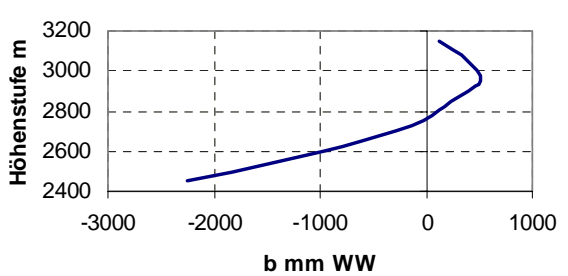




Tabelle der Kennzahlen des Massenhaushaltes

Jamtal	S <sub>c</sub> km <sup>2</sup>	B <sub>c</sub> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	b <sub>c</sub> mm	S <sub>a</sub> km <sup>2</sup>	B <sub>a</sub> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	b <sub>a</sub> mm	S km <sup>2</sup>	B 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	b mm	b <sub>s</sub> mm	b <sub>w</sub> mm	Ela m	S <sub>c</sub> /S
1990/91	0.38	0.07	183	3.46	-5.61	-1620	3.85	-5.54	-1440	-2220	780	****	0.10
1991/92	0.26	0.03	118	3.59	-4.77	-1328	3.85	-4.74	-1232	-2680	1448	****	0.07
1992/93	1.69	0.65	385	2.16	-2.08	-965	3.85	-1.43	-372	-1650	1278	2860	0.44
1993/94	0.69	0.11	159	3.15	-3.29	-1044	3.85	-3.18	-827	-2120	1293	****	0.18
1994/95	2.40	0.60	250	1.40	-1.15	-823	3.80	-0.55	-145	-1590	1445	2820	0.63
1995/96	1.27	0.40	315	2.52	-2.49	-990	3.79	-2.09	-552	-1150	598	2900	0.34
1996/97	2.10	0.62	295	1.68	-1.44	-856	3.79	-0.82	-217	-1620	1403	2800	0.56
1997/98	0.33	0.07	210	3.45	-5.06	-1468	3.78	-4.99	-1320	-2340	1020	****	0.09
1998/99	1.78	0.50	283	2.00	-1.47	-739	3.78	-0.97	-257	-1945	1688	2870	0.47
1999/00	2.28	0.83	364	1.39	-1.13	-810	3.68	-0.30	-81	-1631	1550	2765	0.62
Summe		3.88			-28.5			-24.6					
Mittel	1.32	0.39	256	2.48	-2.85	-1064	3.80	-2.46	-644	-1895	-1250		0.35