

Massenhaushalt Wurtenkees für die Haushaltsjahre 1990/91, 1991/92 und 1992/93

H. FORMAYER, M. RUHSAM, W. SCHÖNER, Wien

I. Zusammenfassung

Diese Arbeit beschreibt die Meßergebnisse der Massenhaushaltsuntersuchungen der Haushaltsjahre 1990/91, 1991/92 und 1992/93 auf dem Schareckteil des Wurtenkees' im Sonnblickgebiet. Auch in den 90er Jahren setzte sich der Trend des vorigen Jahrzehnts fort. Alle drei Jahresbilanzen waren negativ. Den relativ hohen Winterbilanzen von $432,1 \text{ g/cm}^2$ (Mittel $144,0 \text{ g/cm}^2$) für den Gesamtzeitraum, standen sehr negative Sommerbilanzen von $-718,6 \text{ g/cm}^2$ (Mittel $-239,5 \text{ g/cm}^2$) gegenüber. Dies führt zu einer negativen Gesamtbilanz dieser 3 Jahre von $-286,43 \text{ g/cm}^2$ (Mittel $-95,5 \text{ g/cm}^2$). Zum Vergleich: Das Mittel der spezifischen Jahresbilanz der Periode 1982 bis 1990 beträgt $-77,38 \text{ g/cm}^2$. Die Periode 1990-1993 beinhaltet mit dem Haushaltsjahr 1991/92 die zweitnegativste spezifischen Jahresbilanz. Nur das Haushaltsjahr 1985/86 war noch negativer. Der Massenverlust in diesem Zeitraum betrug $3,133 \text{ Mio. t}$ (Mittel $1,044 \text{ Mio. t}$). Diese absoluten Bilanzvolumen dürfen nicht mit denen aus früheren Jahren verglichen werden, da das Wurtenkees 1991 neu vermessen wurde und daher die Gletscherflächen nicht mehr gleich sind. Somit weist das Wurtenkees in den elf untersuchten Haushaltsjahren auch weiterhin nur ein positives Haushaltsjahr (1983/84) auf.

II. Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Messungen und Ergebnisse des Massenhaushaltes des Wurtenkees' für die Haushaltsjahre 1990/91, 1991/92 und 1992/93 mittels direkter glaziologischer Methode. Die Messungen werden jährlich seit dem Haushaltsjahr 1982/83 durchgeführt. Das Wurtenkees weist auf Grund seiner ungünstigen Exposition fast jedes Jahr einen sehr großen relativen Massenverlust auf und kann daher mangels genügender Nettoakkumulation als "sterbender" Gletscher bezeichnet werden. Seit dem Haushaltsjahr 1986/87 besteht der Schareckteil des Wurtenkees' aus zwei völlig getrennten Gletscherteilen, die jeweils eine eigene Dynamik mit eigenem Akkumulations- und Ablationsgebiet besitzen. Nun zeichnet sich auch noch eine Teilung des oberen Gletscherteiles ab, wobei einer dieser Teile ein fast reines Ablationsgebiet wäre.

Alle Massenhaushaltsuntersuchungen auf dem Wurtenkees von 1982/83 bis 1987/88 sind in der Zeitschrift "Wetter und Leben", seit 1988/89 im "Jahresbericht des Sonnblickvereines" veröffentlicht worden.

III. Gletscherneuvermessung

Im Oktober 1991 wurde die Topographie und der Gletscherrand des Schareckteils des Wurtenkees' vom Vermessungsdienst der KELAG gemeinsam mit dem Institut für Meteorologie und Geophysik, mittels Theodolit neu aufgenommen. Deren Daten wurden von W. Schöner in Zusammenarbeit mit dem Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU - Wien ausgearbeitet. Aufgrund der Kenntnis der aktuelleren Gletscherfläche können die absoluten Bilanzvolumen wieder genauer bestimmt werden. Ein Vergleich der Ergebnisse der Letztvermessung von September 1982 und der Neuvermessung wird in Tabelle III.1 dargestellt.

Tabelle III.1: Ergebnisse der Letztvermessung September 1982 und der Neuvermessung Oktober 1991

Vermessungstermin	Sep. 1982	Okt. 1991	Verlust (m ²)	rel. Verlust (%)
Gesamtfläche (m ²)	1350477	1093715	-256761	-19,0
Untere Teilfläche (m ²)	609226	4996411	-109585	-18,0
Obere Teilfläche (m ²)	741251	5940755	-147176	-19,9

An diesen sehr hohen Flächenverlusten (insbesondere die relativen Verluste) in nur neun Jahren, erkennt man den "schlechten" Zustand des Wurtenkees'. (Weiteres siehe N. Hammer, 1992)

1. Haushaltsjahr 1990/91

1.1 Witterungsverlauf 1990/91

Der Witterungsverlauf für die Gletscherregion des Sonnblickgebietes für das Haushaltsjahr 1990/91 wurde bereits im "Jahresbericht des Sonnblickvereines 1990/91" Seite 68 bis 71 von N. Hammer veröffentlicht.

Im Bereich des Gletschers wurden vom Hochalpdienst der KELAG drei Totalisatoren und 15 Schneepegel betreut. Zusammen mit den Werten der beiden Stationen des Hydrographischen Dienstes in Kleindorf und Innerfragant sind die Monatswerte in Tabelle 1.1.1 enthalten. Der Vergleich mit dem 12jährigen Mittel (1981-1992) ergibt für den oberen Bereich (T3, T4) für den Winter um ca. 100 bis 200 mm zu wenig Niederschlag, während der untere Bereich (T1) um 90 mm zuviel aufwies. Das Sommerhalbjahr brachte für das gesamte Gebiet etwas überdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Tabelle 1.1.1: Niederschlags- und Schneehöhenmessungen im Wurtenkeesgebiet (in mm) im Haushaltsjahr 1990/91

Niederschlagsmonatssummen WINTER

Meßstelle	Seehöhe (m)	X	XI	XII	I	II	III	IV	Summe Winter
Kleindorf	735	77	232	81	110	31	36	8	476
Innerfragant	1195	91	280	86	260	34	49	16	582
Wurtenkees T1	2420	75	185	185	40	35	70	130	720
Wurtenkees T3	2511	155	205	170	80	50	110	255	1025
Wurtenkees T4	2791	125	185	150	60	45	100	200	865

Niederschlagsmonatssummen SOMMER

Meßstelle	Seehöhe (m)	V	VI	VII	VIII	IX	Summe Sommer	Summe Jahr
Kleindorf	735	124	126	186	26	66	528	1004
Innerfragant	1195	147	128	213	39	76	603	1185
Wurtenkees T1	2420	170	175	145	135	95	720	1440
Wurtenkees T3	2511	330	300	285	285	165	1365	2390
Wurtenkees T4	2791	240	200	190	185	105	920	1785

Schneehöhen im Wurtenkeesgebiet 1990/91 (in cm)

Pegel	1.10.90	1.11.	1.12.	1.1.91	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
PE 3	0	105	210	230	210	225	245	-	-	-	-	0	0
PE 5	0	105	210	230	210	215	250	300	370	255	80	0	0
PE 7	0	135	270	310	290	305	340	-	-	-	80	0	-
PE 9	0	80	165	195	190	200	220	210	280	165	0	0	0
PE11	-	110	225	260	240	265	310	370	455	-	190	50	-
PE13	0	80	165	200	200	215	250	310	405	300	140	0	0
PE15	0	80	165	190	180	190	200	255	300	170	0	0	0
PE17	0	100	190	220	210	220	245	300	365	235	70	0	0
PE19	0	90	175	195	170	185	210	300	345	220	60	0	0
PE21	0	100	200	220	190	210	210	290	-	-	-	0	0
PE23	0	90	175	190	160	170	200	270	390	290	120	0	0
PE25	0	80	165	185	160	165	-	-	-	-	-	0	0
PE27	0	100	200	225	210	230	255	250	350	245	65	0	0
PE29	85	210	340	365	330	360	390	-	-	535	295	155	-
PE31	0	90	185	220	220	230	245	-	-	160	0	0	0
Mittel unten	0	103	208	238	223	238	269	298	378	228	98	8	0
Mittel oben	9	104	199	223	203	218	244	278	350	265	87	17	0
Kleindorf	0	0	10	-	45	40	0	0	0	0	0	0	0
Innerfragant	0	0	29	-	68	59	0	0	0	0	0	0	0

Der Schneedeckenaufbau begann am 4. Oktober, wobei diese bis zum 1. Dezember bereits eine Höhe von ca. 2 m erreichte. Am Ende des Winterhalbjahres betrug die mittlere Schneehöhe in unteren Bereich 298 cm, im oberen Bereich 278 cm. Die Ausaperung begann im unteren und oberen Gletscherteil Mitte August.

1.2 Die Messungen vom 8. - 10.5.1991 - Winterbilanz

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 1990/91 konnten wieder Anfang Mai durchgeführt werden. An 15 Profilen wurden die Dichte und der Schneetemperaturverlauf gemessen und teilweise auch die Stratigraphie der Schneedecke bestimmt (Tab. 1.2.1 und 1.2.2). Die Lage und Höhe der Profilstandpunkte wurde von der KELAG geodätisch eingemessen bzw. mit Bussole und Kompaß bestimmt und ist aus der Karte der Winterbilanz zu ersehen. Zusätzlich zu den Messungen in den Schneeschächten wurde der Gletscher mit einem dichten Schneetiefensondierungsnetz (74 Sondierungspunkte) abgedeckt, um die graphische Interpolation der Isolinien der spezifischen Winterbilanz zu verbessern. Die Tiefenwerte und interpolierten Bilanzwerte der Sondierung sind in Tabelle 1.2.3 dargestellt.

Tabelle 1.2.1: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 8.-10.5.1990; Schneeschächte

Profil	Koordinaten (M31)			h (cm)	bw (g/cm ²)	Dichte (g/cm ³)	Vorjahres- horizont
	x	y	z				
PE 5	210974.20	-24784.74	2648	315	145	0.46	EIS
PE 7	211158.00	-24847.00	2655	209	73	0.35	FIRN(?)
PE 9	210926.95	-25074.63	2593	310	149	0.48	EIS
PE neu	210985.00	-25100.00	2585	320	90	0.28	EIS
PE13	210810.69	-24570.19	2691	327	114	0.35	EIS
PE15	210551.00	-24474.00	2734	277	102	0.37	EIS
PE17	210507.68	-24198.91	2824	320	128	0.40	EIS
PE19	210704.62	-24164.59	2853	337	125	0.37	EIS
PE21	210809.86	-24041.71	2906	319	115	0.36	EIS
PE23	210775.51	-23868.92	2954	290	104	0.36	EIS
PE27	211012.17	-23799.73	3024	230	90	0.39	EIS
GIHA	211160.00	-23795.00	3060	320	102	0.32	EIS
PE11	211105.00	-25062.00	≈2685	-	-	-	-

Tabelle 1.2.2: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 8.-10.5.1991; Schneetemperaturen

Pegel	Höhe	S c h n e e t i e f e i n c m										Mittel 50-250
		10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	
PE 5	2648	-0,2	-0,6	-1,1	-1,2	-1,2	-1,0	-1,3	-1,7	-2,1	-2,2	-1,5
PE 7	2655			-0,2	-0,4	-0,3						
PE 9	2593	-0,6										
PEneu	2585	0,0	-0,6	-1,0	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,4	-1,3	-2,2	-1,3
PE13	2691	-0,2	-0,8	-2,3	-2,2	-2,3	-2,8	-2,8	-3,0	-2,4	-2,9	-2,7
PE15	2734	-1,7	-2,5	-3,4	-3,4	-3,7	-3,4	-5,2	-3,6	-3,3		-3,8
PE17	2824	-3,9	-4,8	-5,1	-3,8	-4,0	-3,6	-4,8	-4,8	-4,1	-3,4	-4,2
PE19	2853	-5,6	-4,4	-4,6	-4,4	-4,4	-4,5	-4,8	-4,9	-4,3	-4,0	-4,6
PE21	2906	-1,0	-3,8	-4,0	-4,2	-4,4	-4,2	-4,5	-4,3	-4,2		-4,3
PE23	2954	-2,8	-4,4	-5,0	-5,0	-5,0	-4,8	-3,2	-4,8	-4,4		-4,4
PE27	3024	-4,8	-4,8	-4,6	-4,6	-4,6	-4,4	-4,4	-4,2			-4,4
GIHA	3060	-4,0	-3,8	-3,8	-3,4	-3,6	-2,8	-3,2	-3,0	-3,0	-2,2	-3,1

Tabelle 1.2.3: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 8.-10.5.1991; Schneetiefensondierung

Unterer Teil-Wurtenkees

Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)
1	250	0,37	93	17	420	0,35	147	33	330	0,47	155
2	250	0,37	93	18	450	0,35	158	34	355	0,47	167
3	280	0,37	104	19	440	0,35	154	35	350	0,47	165
4	310	0,37	115	20	460	0,35	161	36	350	0,47	165
5	320	0,37	118	21	430	0,35	155	37	300	0,47	141
6	320	0,40	128	22	400	0,35	144	38	290	0,47	136
7	320	0,42	132	23	420	0,34	147	39	300	0,42	125
8	320	0,42	128	24	430	0,34	155	40	280	0,42	116
9	340	0,42	136	25	380	0,34	133	41	270	0,42	112
10	315	0,34	110	26	360	0,40	145	42	280	0,37	104
11	345	0,34	121	27	360	0,40	145	43	310	0,37	114
12	360	0,34	126	28	330	0,40	134	44	315	0,37	117
13	380	0,34	133	29	320	0,45	147	45	300	0,37	111
14	445	0,34	156	30	325	0,45	150	46	300	0,37	111
15	425	0,34	149	31	330	0,45	152				
16	310	0,36	109	32	320	0,45	147				

Oberer Teil-Wurtenkees

Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)
1	310	0,40	124	15	315	0,38	120
2	310	0,40	124	16	300	0,38	114
3	330	0,40	132	17	290	0,38	110
4	310	0,40	124	18	300	0,38	114
5	325	0,40	130	PE23	250	0,36	90
PE17	325	0,40	130	19	240	0,36	91
6	330	0,40	132	20	270	0,38	103
7	300	0,40	128	21	240	0,38	91
8	305	0,40	122	22	220	0,38	84
PE19	380	0,40	128	23	195	0,38	94
9	340	0,38	129	24	250	0,38	95
10	340	0,38	129	PE27	240	0,38	91
11*	100	0,35	-	25	270	0,38	103
12**	300	0,38	114	26	280	0,38	106
13	310	0,38	118	27	340	0,38	130
PE21	305	0,38	116	PE29	340	0,38	133
14	340	0,38	130	28	370	0,38	144

* komprimiert durch Pistengerät, ** Eis bei 60 cm (Horizont)

Die Abhängigkeit der Schneetemperatur (gemittelt über den Bereich 50 bis 250 cm) von der Seehöhe wurde mittels einer linearen Regression untersucht. Abbildung 1.2.1 zeigt, das in diesem Jahr noch keine Durchwärmung der Schneedecke stattgefunden hat. Dies ist auf den um ca. 2 °C zu kalten April zurückzuführen.

Die mittlere Schneedichte zeigt ein recht durchschnittliches Verhalten. Es konnte diesmal auch wieder eine Abhängigkeit der Schneedichte von der Seehöhe beobachtet werden (Abbildung 1.2.1).

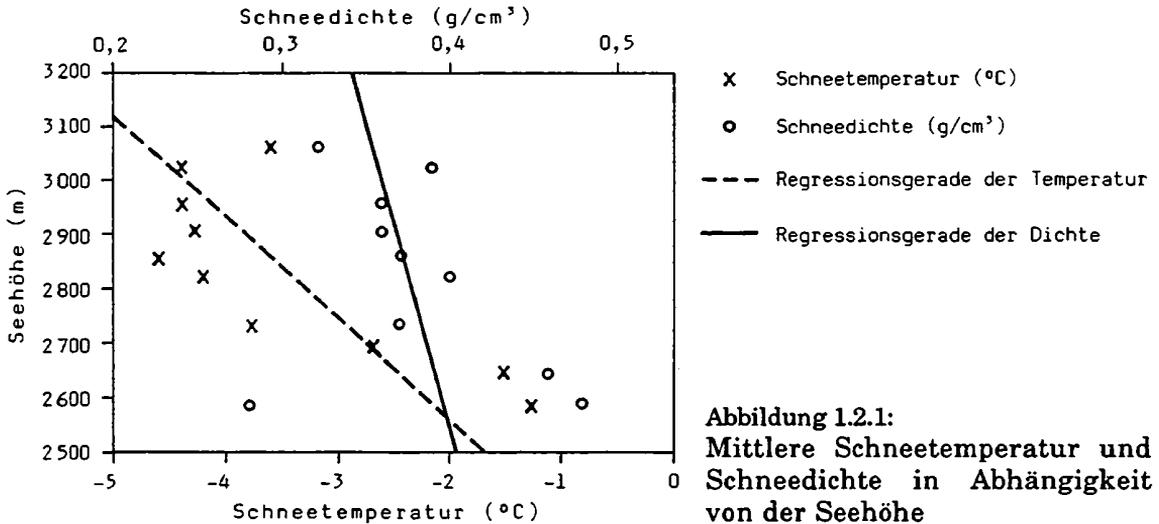


Abbildung 1.2.1: Mittlere Schneetemperatur und Schneedichte in Abhängigkeit von der Seehöhe

Im Rahmen des ALPTRAC/SNOSP-Projektes wurden auch dieses Jahr wieder Schneeproben für eine chemische Analyse genommen und an das Institut für Analytische Chemie der Technischen Universität Wien übergeben.

1.3 Die Messungen im Sommer und Herbst 1991

Das Ablationspegelnetz wurde am 4.10.1991 vom Vermessungsdienst der KELAG geodätisch eingemessen. Im Bereich des Schigebietes im oberen Gletscherteil wurden dieses Jahr zwei Ablationspegel vom Ratrac verschont. Die Ablationspegel wurden am 16./17.7., 4.9., 12.9., 22.9. und 4.10.1991 abgelesen. Die Lage der Pegel, sowie die Abschmelzbeträge bzw. spezifische Massenbilanz für das Haushaltsjahr 1990/91 sind in Tabelle 1.3.1 zusammengefaßt.

Tabelle 1.3.1: Östliches Wurtenkees; Ablationspegel 1990/91

Ablationspegel	Koordinaten			Pegelstand (Segment/cm)						Abschmelzung (cm)	Spez. Massenbilanz (g/cm³)	Pegelstand 1.10.91	Betrag in cm 1.10.91
	x(m)	y(m)	z(m)	1.10.90	16./17.7.91	4.9.	12.9.	22.9.	4.10				
C22	211194	-24837	2654			3/95	3/140	3/178		115	103,5	C22/2	00
E24	211092	-24946	2628	2/0			2/170	1/4	1/25	220	198,0	E24/1	20
F1	210835	-25195	2542	2/150		1/120	1/150	1/200		270	243,0	F 1/0	-
F2	210837	-25129	2562	2/140			1/150			275	248,0	F 2/0	-
F3	210929	-25068	2594	2/140		1/145	1/190			320	288,0	F 3/0	-
F11	210894	-25193	2548	2/150		1/95	1/130	1/166		240	241,0	F11/1	188
H2	210834	-25134	2556		3/170	2/115		2/187	1/17	275	248,0	H 2/1	10
H5	210973	-24787	2644		3/120	2/31	2/75	2/109		220	198,0	H 5/2	115
H9	210927	-25076	2588		3/120		2/145	2/183	1/30	320	288,0	H 9/1	15
H10	210878	-25051	2589		3/150	2/133	2/170	1/6	1/40	310	279,0	H10/1	30
H15	210512	-24441	2738			2/162	1/195		1/50	230	207,0	H15/1	42
H19	210705	-24165	2849		2/32		2/130		2/0	190	171,0	H19/2	190

Vermessungsdatum 04.10.1991: E24, H 2, H 5, H 9, H10, H15, H19

Vermessungsdatum 16.10.1990: C22, F11

Vermessungsdatum 23.08.1989: F 1, F 2, F 3

1.4 Auswertung der Bilanzkarten und Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1990/91

Die Karten der Jahresbilanz und der Winterbilanz wurden mit einem Planimeter in 50 m Höhenstufen ausgemessen und die Flächen der einzelnen Teilzonen bestimmt. Durch die Neuvermessung im Oktober 1991 können besonders für dieses Haushaltsjahr die absoluten Massenbilanzen exakt bestimmt werden. Diese dürfen jedoch nicht direkt mit denen der Vorjahre verglichen werden. Dafür muß man die spezifischen Massenbilanzen verwenden.

So wie in fast allen untersuchten Haushaltsjahren war auch in diesem Jahr die Jahresbilanz negativ ($-107,15 \text{ g/cm}^2$) und zwar fast gleich negativ wie das Haushaltsjahr 1984/85, welches bis zu diesem Zeitpunkt das zweitnegativste der Beobachtungsperiode ist. Da im oberen Gletscherteil aufgrund des Schigebietes nur zwei Ablationsmessungen zur Verfügung stehen, ist dieser Bereich mit einer größeren Unsicherheit behaftet. Die Ermittlung der Massenbilanz erfolgte für diesen Bereich durch Vergleich der Ausaperung mit früheren Haushaltsjahren.

Die räumliche Verteilung der Massenbilanz kann den Karten entnommen werden, die nach Höhenstufen aufgegliederten Werte den Tabellen 1.4.1, 1.4.2 und 1.4.3, bzw. Abbildung 1.4.1 und Abbildung 1.4.2. Aus Tabelle 1.4.4 sind die Gesamtergebnisse und die glaziologischen Maßzahlen zu ersehen.

Tabelle 1.4.1: Östliches Wurtenskees; Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1990/91; spezifische Bilanz in g/cm^2 , Bilanzvolumen in 1000 Tonnen

Höhenstufe	Fläche (in m^2)	Winterbilanzvolumen	spez. Winterbilanz	Sommerbilanzvolumen	spez. Sommerbilanz	Jahresbilanzvolumen	spez. Jahresbilanz
2500-2550	24164	33,73	139,6	-93,20	-385,7	-59,47	-246,1
2550-2600	66596	83,91	126,0	-264,45	-397,1	-180,54	-271,1
2600-2650	137635	190,21	138,2	-478,28	-347,5	-288,07	-209,3
2650-2700	194282	280,93	144,6	-358,45	-184,5	-77,52	-39,9
2700-2750	99044	136,58	137,9	-192,05	-193,9	-55,46	-56,0
2750-2800	59037	69,01	116,9	-154,32	-261,4	-85,31	-144,5
2800-2850	95061	123,48	129,9	-232,33	-244,4	-108,84	-114,5
2850-2900	114805	140,06	122,0	-264,63	-230,5	-124,56	-108,5
2900-2950	91520	97,19	106,2	-188,35	-205,8	-91,15	-99,6
2950-3000	95769	87,82	91,7	-170,56	-178,1	-82,74	-86,4
3000-3050	74557	79,93	107,2	-101,40	-136,0	-21,47	-28,8
3050-3100	35139	45,47	129,4	-43,75	-124,5	1,72	4,9
3100-3150	6107	7,94	130,0	-6,41	-105,0	1,53	25,0
gesamt	1093716	1376,28	125,8	-2548,18	-233,0	-1171,90	-107,1

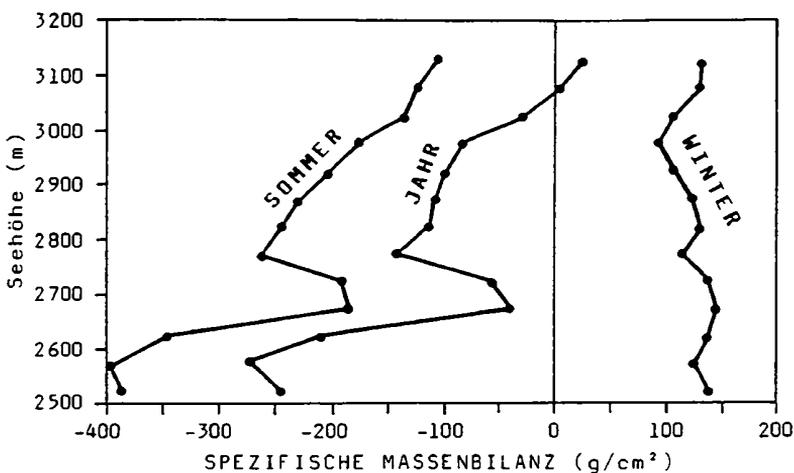


Abbildung 1.4.1:
Spezifische Massenbilanz in
Abhängigkeit von der
Seehöhe

Tabelle 1.4.2: Winterbilanz 1990/91 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil; spezifische Bilanz in g/cm^2 , Bilanzvolumen in 1000 Tonnen

Höhenstufe	Bilanzvolumen gesamt	Bilanzvolumen unten	Bilanzvolumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	33,72	33,72	0	139,6	139,6	0
2550-2600	83,91	83,91	0	126,0	126,0	0
2600-2650	190,21	190,21	0	138,2	138,2	0
2650-2700	280,93	280,93	0	144,6	144,6	0
2700-2750	136,58	109,71	26,87	137,9	153,12	98,09
2750-2800	69,01	7,13	61,88	116,9	134,17	115,18
2800-2850	123,48	0	123,48	129,9	0	129,9
2850-2900	140,06	0	140,06	122,0	0	122,0
2900-2950	97,19	0	97,19	106,2	0	106,2
2950-3000	87,82	0	87,82	91,7	0	91,7
3000-3050	79,93	0	79,93	107,2	0	107,2
3050-3100	45,47	0	45,47	129,4	0	129,4
3100-3150	7,94	0	7,94	130,0	0	130,0
gesamt	1376,27	705,62	670,64	125,83	141,23	112,89

Tabelle 1.4.3: Jahresbilanz 1990/91 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil; spezifische Bilanz in g/cm^2 , Bilanzvolumen in 1000 Tonnen

Höhenstufe	Bilanzvolumen gesamt	Bilanzvolumen unten	Bilanzvolumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	-59,47	-59,47	0	-246,1	-246,1	0
2550-2600	-180,54	-180,54	0	-271,1	-271,1	0
2600-2650	-288,07	-288,07	0	-209,3	-209,3	0
2650-2700	-77,52	-77,52	0	-39,9	-39,9	0
2700-2750	-55,46	0,22	-55,68	-56,0	0,31	-203,26
2750-2800	-85,31	-4,15	-81,16	-144,5	-78,1	-151,07
2800-2850	-108,84	0	-108,84	-114,5	0	-114,5
2850-2900	-124,56	0	-124,56	-108,5	0	-108,5
2900-2950	-91,15	0	-91,15	-99,6	0	-99,6
2950-3000	-82,74	0	-82,74	-86,4	0	-86,4
3000-3050	-21,47	0	-21,47	-28,8	0	-28,8
3050-3100	1,72	0	1,72	4,9	0	4,9
3100-3150	1,53	0	1,53	25,0	0	25,0
gesamt	-1171,90	-609,53	-562,37	-107,15	-121,99	-94,66

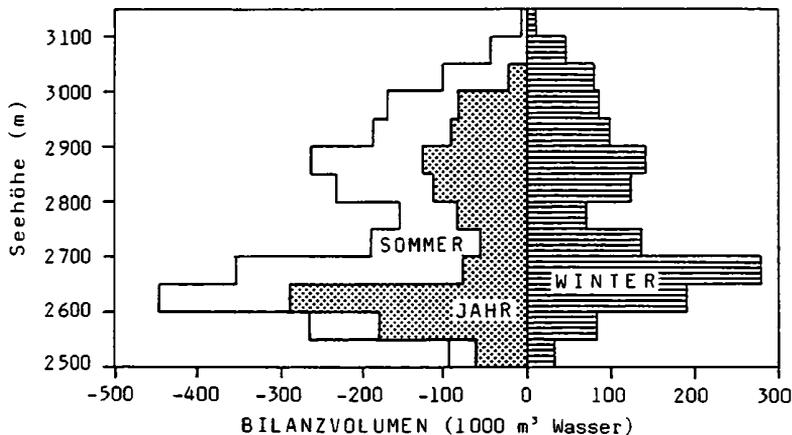


Abbildung 1.4.2: Bilanzvolumen in Abhängigkeit von der Seehöhe

Tabelle 1.4.4: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 1990/91

	gesamt	unten	oben	Einheit
S (Fläche)	1093716	499641	594075	m ²
Sc (Akkumulationsfläche)	174000	98500	75500	m ²
Sa (Ablationsfläche)	919716	401141	518575	m ²
Sc/S	0,159	0,197	0,127	
Sc/Sa	0,189	0,245	0,146	
B (Bilanzvolumen)	-1171,9	-609,53	-562,37	1000 t
b (spez. Bilanzvolumen)	-107,1	-122,0	-94,7	g/cm ²
Bc (Nettoakkumulation)	80,93	70,45	10,48	1000 t
bc (spez. Nettoakkumulation)	7,4	14,1	1,8	g/cm ²
Ba (Nettoablation)	1252,83	679,98	572,85	1000 t
ba (spez. Nettoablation)	114,5	136,1	96,4	g/cm ²
bw (spez. Winterbilanz)	125,8	141,8	112,9	g/cm ²
bs (spez. Sommerbilanz)	-233,0	-263,8	-207,5	g/cm ²
bj (spez. Jahresbilanz)	-107,1	-122,0	-94,7	g/cm ²
bw + bs (spez. Totalmassenumsatz)	358,8	405,6	320,4	g/cm ²
bc + ba (spez. Nettomassenumsatz)	121,9	150,2	98,2	g/cm ²

Tabelle 1.4.5: Gesamtergebnisse Wurtenkees-Schareckteil für das Haushaltsjahr 1990/91

Bilanzvolumen		spezifische Bilanz	
Winter:	1,3762 Mio. t	Winter:	125,84 g/cm ²
Sommer:	-2,5481 Mio. t	Sommer:	-232,98 g/cm ²
Jahr:	-1,1719 Mio. t	Jahr:	-107,15 g/cm ²
Massenumsatz:	-3,9244 Mio. t		

2. Haushaltsjahr 1991/92

2.1 Witterungsverlauf 1991/92

Für die Beschreibung des Witterungsverhalten in der Gipfelregion des Wurtenkees' steht das Sonnblick-Observatorium (3106 m) zur Verfügung. Bedingt durch die nach Süden hin offene Lage des Gletschers sind für seine tiefer gelegenen Gebiete vor allem in Hinblick auf die Temperaturverhältnisse noch am ehesten die Beobachtungen der Gipfelstation Villacher Alpe (2139 m) heranzuziehen, obwohl diese ca. 70 km gegen Südosten entfernt und zu tief gelegen ist. Die Tabelle 2.1.1 gibt monataweise den Witterungsverlauf und die Abweichung (bezogen auf das 30jährige Mittel 1961-1990) für die beiden erwähnten Stationen wieder.

Tabelle 2.1.1: Witterungsverlauf im Haushaltsjahr 1991/92

Sonnblick (3106 m)

	OKT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MÄR	APR	WIN
Lufttemperatur (C)	-3,5	-8,1	-11,7	-9,3	-11,9	-10,6	-8,2	-9,0
Abweichung von Normalwert (C)	-0,2	0,1	-0,6	3,3	0,9	0,7	0,1	0,7
Zahl der Frosttage	15	30	31	31	29	31	30	197
Zahl der Eistage	15	30	31	30	29	31	27	194
Sonnenscheindauer (h)	174	97	127	125	127	107	141	898
Abweichung von Normalwert (%)	0	-19	17	10	5	-25	8	2
Globalstrahlung (kWh/m2)	91	55	47	53	79	117	159	601
Niederschlag (mm)	89,8	150,4	247,8	28,1	136,3	208,5	172,6	1033,5
Abweichung von Normalwert (%)	-18	15	103	-77	32	67	1	15
Niederschlagstage (>0,1 mm)	15	19	16	10	16	23	19	118
Schneefalltage	13	19	16	10	16	23	19	116

	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	SOM
Lufttemperatur (C)	-2,1	-0,3	3,9	5,6	-0,1	1,4
Abweichung von Normalwert (C)	1,7	0,4	2,2	4,0	0,3	1,7
Zahl der Frosttage	29	26	10	5	18	88
Zahl der Eistage	13	7	0	0	3	23
Sonnenscheindauer (h)	209	97	213	219	150	888
Abweichung von Normalwert (%)	45	-32	20	29	-10	35
Globalstrahlung (kWh/m2)	191	155	195	164	114	819
Niederschlag (mm)	32,0	83,3	121,6	103,9	94,7	435,5
Abweichung von Normalwert (%)	-79	-43	-17	-31	-11	-40
Niederschlagstage (>0,1 mm)	12	21	17	12	14	76
Schneefalltage	11	17	10	0	12	50

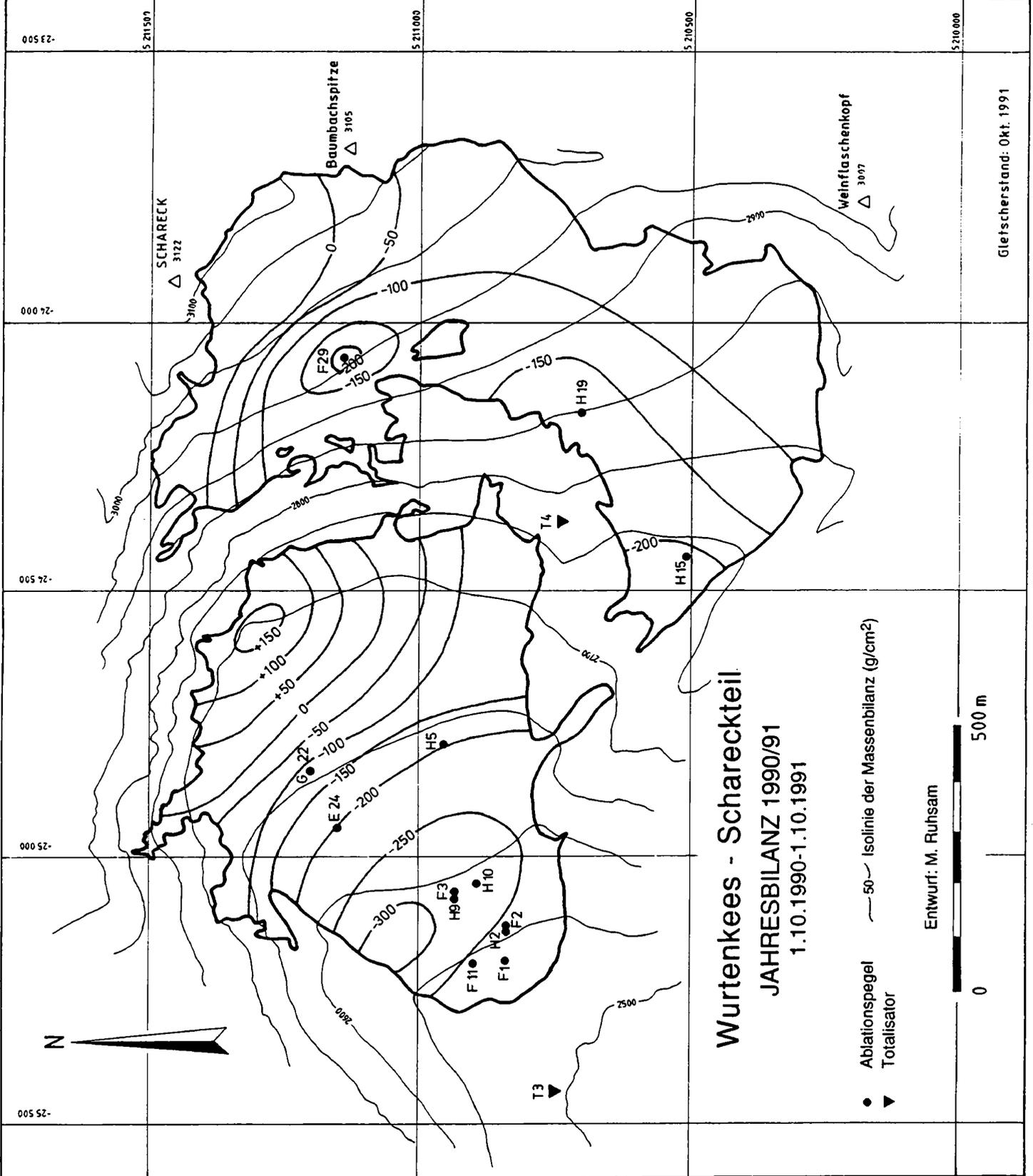
Villacher Alpe (2139 m)

	OKT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MÄR	APR	WIN
Lufttemperatur (C)	0,1	-2,6	-5,9	-3,6	-5,0	-4,4	-2,0	-3,3
Abweichung von Normalwert (C)	-2,2	0,1	-0,2	3,4	2,2	0,9	0,3	0,7
Zahl der Frosttage	16	30	31	28	29	30	26	190
Zahl der Eistage	11	16	21	19	18	23	15	123
Sonnenscheindauer (h)	185	114	175	162	173	134	151	1094
Abweichung von Normalwert (%)	5	-11	35	18	23	-14	1	7
Globalstrahlung (kWh/m2)	87	52	47	52	78	109	141	549
Niederschlag (mm)	62,8	229,1	48,6	6,7	17,5	184,6	136,9	762,9
Abweichung von Normalwert (%)	-43	58	-56	-94	-83	68	-4	6
Niederschlagstage (>0,1 mm)	10	14	8	10	6	15	16	106
Schneefalltage	4	13	8	10	6	15	15	97

	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	SOM
Lufttemperatur (C)	3,7	6,0	9,9	12,6	6,0	7,6
Abweichung von Normalwert (C)	1,5	0,2	1,6	4,5	0,3	1,6
Zahl der Frosttage	8	0	0	0	4	12
Zahl der Eistage	1	0	0	0	0	1
Sonnenscheindauer (h)	202	166	240	307	209	1124
Abweichung von Normalwert (%)	16	-10	7	44	12	14
Globalstrahlung (kWh/m2)	164	154	176	176	119	789
Niederschlag (mm)	28,8	106,1	99,0	59,8	104,1	397,8
Abweichung von Normalwert (%)	-74	-29	-40	-59	-18	-37
Niederschlagstage (>0,1 mm)	15	17	14	11	11	68
Schneefalltage	3	1	0	1	2	7

Winter

Das Haushaltsjahr begann mit einem durchschnittlich warmen und niederschlagsreichen Oktober und November. Der Dezember war etwas zu kalt und in der Goldberggruppe sehr niederschlagsreich (Villacher Alpe ist für Niederschlagsvergleiche nicht gut geeignet). Ab Jänner begann eine sehr warme Winterperiode die bis zum Ende anhielt, wobei die stärkste Abweichung im Jänner auftrat (ca. 3 °C) und dieser auch sehr niederschlagsarm war. Der Februar und der März waren etwas zu niederschlagsreich, wobei der März auch sehr sonnenscheinarm war. Der April entsprach sehr gut dem langjährigen Durchschnitt. Das Gesamtwinterhalbjahr war etwas zu warm und niederschlagsreich.



Wurtenkees - Schareckteil

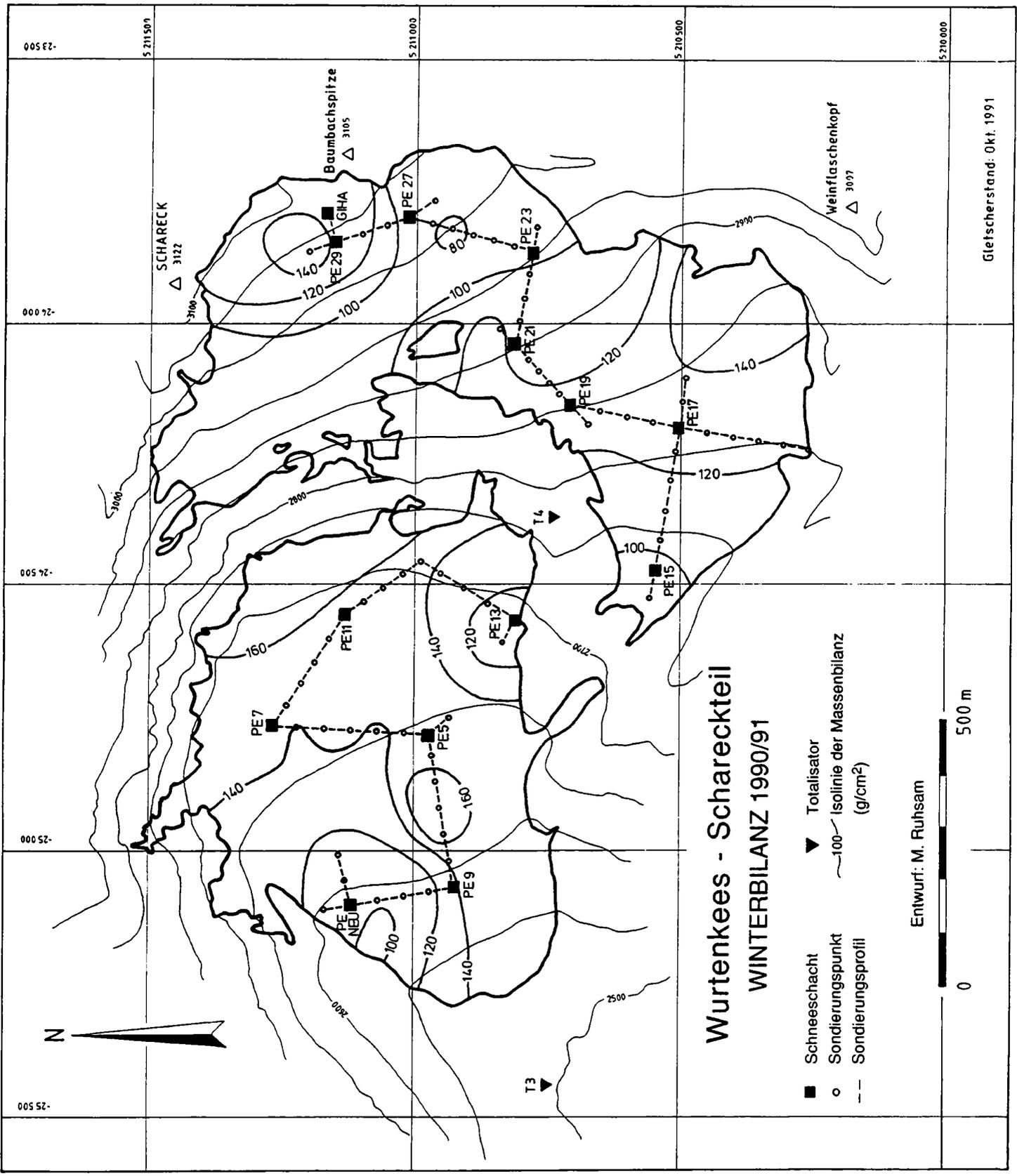
JAHRESBILANZ 1990/91
1.10.1990-1.10.1991

- Ablationspegel
- ▼ Totalisator
- Isolinie der Massenbilanz (g/cm²)

Entwurf: M. Ruhsam



Gleischerstand: Okt. 1991



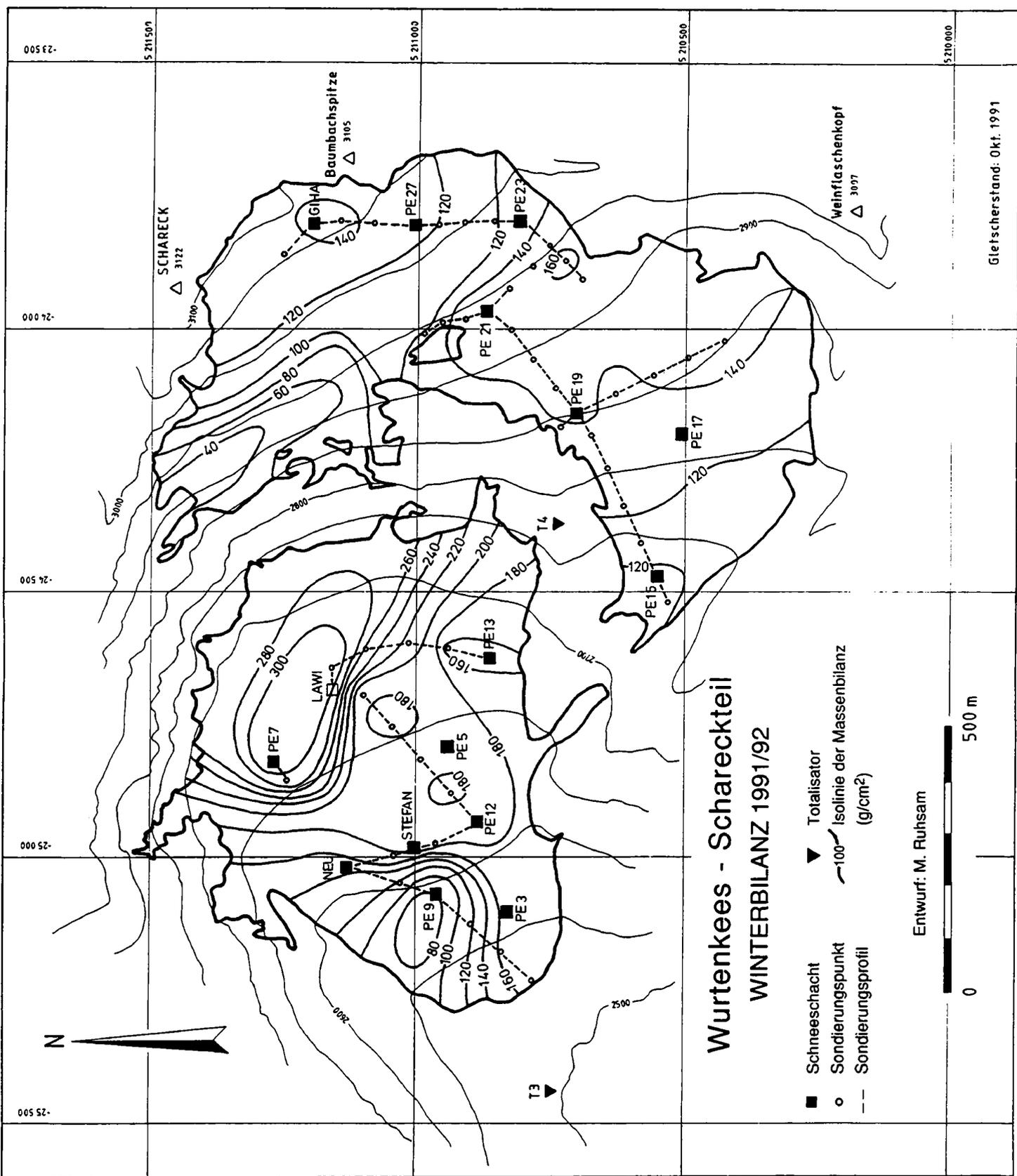
Wurtenkees - Schareckteil WINTERBILANZ 1990/91

- Schneeschacht
- Sondierungspunkt
- Sondierungsprofil
- ▼ Totalisator
- ~100 Isolinie der Massenbilanz (g/cm²)

Entwurf: M. Ruhsam



Gletscherstand: Okt. 1991

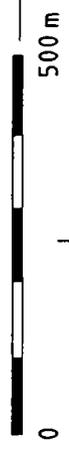


Wurtenkees - Schareckteil

WINTERBILANZ 1991/92

- Schneeschacht
- Sondierungspunkt
- Sondierungsprofil
- ▼ Totalisator
- ~ Isolinie der Massenbilanz (g/cm²)

Entwurf: M. Ruhsam



Im Bereich des Gletschers wurden vom Hochalpdienst der KELAG drei Totalisatoren und 15 Schneepegel betreut. Leider war der Totalisator T 3 defekt, daher mußten diese Werte korrigiert werden. Auch wurden durch eine Lawine vier Schneepegel im unteren Gletscherteil zerstört. Dadurch mußte das Schneehöhenmittel für den unteren Teil aus nur zwei Schneepegel berechnet, und daher durch Vergleich mit anderen Haushaltsjahren korrigiert werden. Zusammen mit den Werten der beiden Stationen des Hydrographischen Dienstes in Kleindorf und Innerfragant sind die Monatswerte in Tabelle 2.1.2 enthalten.

Tabelle 2.1.2: Niederschlags- und Schneehöhenmessungen (in mm) im Wurtenkeesgebiet im Haushaltsjahr 1991/92

Niederschlagsmonatssummen WINTER

Meßstelle	Seehöhe (m)	X	XI	XII	I	II	III	IV	Summe Winter
Kleindorf	735	58,7	143,3	61,9	11,8	7,2	96,2	93,2	472,3
Innerfragant	1195	43,8	148,0	97,0	17,8	17,5	147,6	99,0	570,7
Wurtenkees T1	2420	145,0	135,0	90,0	45,0	30,0	195,0	125,0	765,0
Wurtenkees T3	2511	216,0	197,0	340,0	228,0	48,0	285,0	244,0	1558,0
Wurtenkees T4	2791	160,0	145,0	215,0	90,0	35,0	205,0	170,0	1020,0

Niederschlagsmonatssummen SOMMER

Meßstelle	Seehöhe (m)	V	VI	VII	VIII	IX	Summe Sommer	Summe Jahr
Kleindorf	735	28,2	64,0	65,4	81,6	70,6	309,8	782,1
Innerfragant	1195	48,5	118,6	99,5	118,0	86,9	471,5	1042,2
Wurtenkees T1	2420	95,0	140,0	160,0	130,0	150,0	675,0	1440,0
Wurtenkees T3	2511	102,0	318,0	187,0	223,0	309,0	1139,0	2697,0
Wurtenkees T4	2791	80,0	240,0	160,0	170,0	230,0	880,0	1900,0

T3: schadhaft, daher korrigierte Werte

Schneehöhen im Wurtenkeesgebiet 1991/92 (cm)

Pegel	1.10.91	1.11.	1.12.	1.1.92	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
PE 3	0	72	Lawine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PE 5	0	78	Lawine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PE 7	0	84	Lawine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PE 9	0	60	114	134	153	172	192	185	91	12	0	0	0
PE11	0	76	Lawine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PE13	0	72	144	158	176	190	270	315	245	145	40	0	0
PE15	0	40	80	125	165	200	240	265	200	110	30	0	0
PE17	0	45	96	170	204	220	296	340	272	196	60	0	0
PE19	0	55	110	164	200	210	288	344	280	190	56	0	0
PE21	0	55	110	180	218	240	302	364	308	234	74	0	0
PE23	0	50	104	200	224	220	kaputt	-	-	-	-	-	-
PE25	0	44	90	160	188	200	264	306	256	208	68	0	0
PE27	0	44	86	138	144	160	268	332	294	220	68	0	0
PE29	100	156	216	320	372	400	478	548	512	416	220	64	0
PE31	0	44	80	68	80	100	290	282	246	206	68	0	0
Unteres Mittel	0	74	156	165	201	208	265	287	185	79	28	0	0
Oberes Mittel	11	59	108	169	199	217	303	348	296	223	80	8	0
Kleindorf	0	0	12	20	18	0	0	0	0	0	0	0	0
Innerfragant	0	0	45	71	63	0	35	0	0	0	0	0	0

Der Schneedeckenaufbau begann am 2. Oktober. Aufgrund der durchschnittlichen Monate Oktober und November und dem niederschlagsreichen Dezember konnte sich bis Anfang Jänner eine beachtliche Schneedecke von ca. 160 cm bilden. Leider führte dies auch zu Lawinenabgängen, welche vier Schneepegel zerstörten. Die Schneehöhen lagen am Ende des Winters im Mittel bei 287 cm im unteren Bereich und 348 cm im oberen Bereich. Besonders im oberen Gletschergebiet wurde sehr viel Niederschlag registriert. Der Totalisator T 4 (2791 m) registrierte um ca. 15%, T1 (2420 m) und T3 (2511 m) um ca. 20% mehr Niederschlag als im 12jährigen Mittel.

Sommer

Der ganze Sommer wies überdurchschnittliche Temperaturen auf, wobei diese Abweichung im August mit ca. 4 °C das Maximum erreichte. Der Niederschlag hingegen war in jedem Monat unterdurchschnittlich, mit den größten Abweichungen im Mai (-79%) und im Juni (-43%). Insgesamt war der Sommer zu warm, zu sonnenscheinreich und zu niederschlagsarm.

Die Ausaperung der Zunge begann trotz relativ hoher Winterschneemenge bereits Anfang Juli. Die Totalisatoren T3 und T4 wiesen zu Sommerende um 15 bzw. 21 mm weniger, T1 um 35 mm mehr Niederschlag auf als im 12jährigen Mittel.

2.2 Die Messungen vom 5. - 7.5.1992 - Winterbilanz

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 1991/92 konnten wieder Anfang Mai durchgeführt werden. An 15 Profilen wurden die Dichte und der Schneetemperaturverlauf gemessen und teilweise auch die Stratigraphie der Schneedecke bestimmt (Tab. 2.2.1 und 2.2.2). Die Lage und Höhe der Profilstandpunkte wurde von der KELAG geodätisch eingemessen bzw. mit Bussole und Kompaß bestimmt und ist aus der Karte der Winterbilanz zu ersehen. Zusätzlich zu den Messungen in den Schneeschächten wurde der Gletscher mit einem dichten Schneetiefensondierungsnetz (55 Sondierungspunkte) abgedeckt, um die graphische Interpolation der Isolinien der spezifischen Winterbilanz zu verbessern. Die Tiefenwerte und interpolierten Bilanzwerte der Sondierung sind in Tabelle 2.2.3 dargestellt.

Tabelle 2.2.1: Östliches Wurtenkeesgebiet; Winterbilanzmessungen 5.-7.5.1992; Schneeschächte

Profil	Koordinaten (M31)			h (cm)	bw g/cm ²	Dichte g/cm ³
	x	y	z			
PE 9	210925	-25145	2560	160	72	0,45
PE 5	210974	-24785	2648	337	152	0,45
PE 7	211158	-24847	2655	318	130	0,41
PE15	210551	-24474	2755	304	134	0,44
PE17	210508	-24199	2824	345	148	0,43
PE19	210705	-24165	2850	338	145	0,43
PE21	210875	-23970	2935	370	148	0,40
PE23	210800	-23800	2930	346	138	0,40
PE25	210907	-23901	2970	317	120	0,38
PE27	211009	-23812	3015	322	129	0,40
STEFAN	210960	-24875	2630	395	190	0,48
NEU	211060	-25085	2625	345	155	0,45
GIHA	211200	-23810	3060	382	157	0,41
LAWI	210985	-24600	2670	255	117	0,46

Vermessungsdatum 27.06.1991: PE 5, PE17, PE19

Vermessungsdatum 15.10.1992: PE27

Rest aus Feldvermessung

Tabelle 2.2.2: Östliches Wurtenkeesgebiet; Winterbilanzmessungen 5.-7.5.1992;
Schneetemperaturen

Profil	Höhe	S c h n e e t i e f e i n c m											Mittel 50-360	
		10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	350		
PE 3	2590	-1,0	-0,8			-0,8	-0,5	-0,8						-0,8
PE 5	2590	0,0		0,0		0,0	0,0	-0,2	-1,9		-2,4			-0,4
PE 7		0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,5	-1,6	-0,4	-1,7	-1,9	-1,4			-0,8
PE15	2755	-0,5	-0,5			0,0	-2,0	-5,0	-7,0	-4,0	-4,0	-7,0		-2,9
PE17		-0,9	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,35	-2,4	-3,0	-4,1	-4,6	-4,7		-1,6
PE19	2850	-0,1				0,0	-0,2	-1,8	-2,8	-3,6	-4,1			-1,8
PE21	2935	-1,0	0,0			0,0	-0,3	-2,0	-3,5	-2,7	-3,4	-3,3		-1,6
PE23	2930	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,6	-3,0	-3,9	-4,3	-4,3		-1,4
PE25	2950	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,8	-3,6	-4,4	-4,4	-4,7			1,9
PE27	3000	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-2,4	-3,3	-3,8	-3,8			-1,4
STEFAN	2630		0,0		-0,1	-0,1	-1,3	-2,6	-2,3	-2,5	-2,2	-2,6		-1,4
NEU	2625	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4	-0,4	-1,4	-2,3		-0,3
GIHA	3040	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-1,7	-3,5	-3,9	-4,6	-4,3	-4,1		-2,0

Tabelle 2.2.3: Östliches Wurtenkeesgebiet; Winterbilanzmessungen 5.-7.5.1992;
Schneetiefensondierungen

Unterer Teil - Wurtenkees

Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)
1	-	-	-	12	420	0,46	193
2				13	360	0,46	166
3	365	0,45	164	14	400	0,46	184
4	265	0,45	119	15	696	-	>276
5	180	0,45	81	16	>660	-	>276
6	270	0,45	122	17	>600	-	>276
7	310	0,45	140	18	>600	-	>276
8	355	0,48	170	19	>470	-	>216
9	380	0,48	182	20	470	0,46	216
10	400	0,47	190	21	340	0,46	156
11	360	0,48	173	22	315	0,46	145

Oberer Teil - Wurtenkees

Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)
23	270	0,44	119	40	290	0,42	122
24	275	0,44	121	41	285	0,42	120
25	220	0,44	97	42	360	0,42	151
26	280	0,44	123	43	350	0,42	147
27	290	0,44	128	44	340	0,42	143
28	310	0,44	136	45	390	0,42	164
29	320	0,44	140	46	360	0,42	151
30	360	0,44	158	47	325	0,40	130
31	300	0,44	132	48	300	0,40	120
32	330	0,44	145	49	298	0,34	119
33	360	0,44	158	50	300	0,40	120
34	340	0,44	150	51	320	0,40	128
35	315	0,44	139	52	280	0,40	112
36	340	0,42	142	53	360	0,40	144
37	365	0,42	153	54	355	0,44	157
38	390	0,42	164	55	290	0,40	116
39	350	0,42	147				

Die Abhängigkeit der Schneetemperatur (gemittelt über den Bereich 50 bis 300 cm) von der Seehöhe wurde mittels einer linearen Regression untersucht. Abbildung 2.2.1 zeigt, das in diesem Jahr noch keine vollständige Durchwärmung der Schneedecke stattgefunden hat, sondern diese erst bis zu einer Tiefe von 1 m erfolgte.

Die mittlere Schneedichte ist sehr hoch aufgrund der zu warmen Monate des Spätwinters. Es konnte diesmal auch wieder eine Abhängigkeit der Schneedichte von der Seehöhe beobachtet werden (Abbildung 2.2.1).

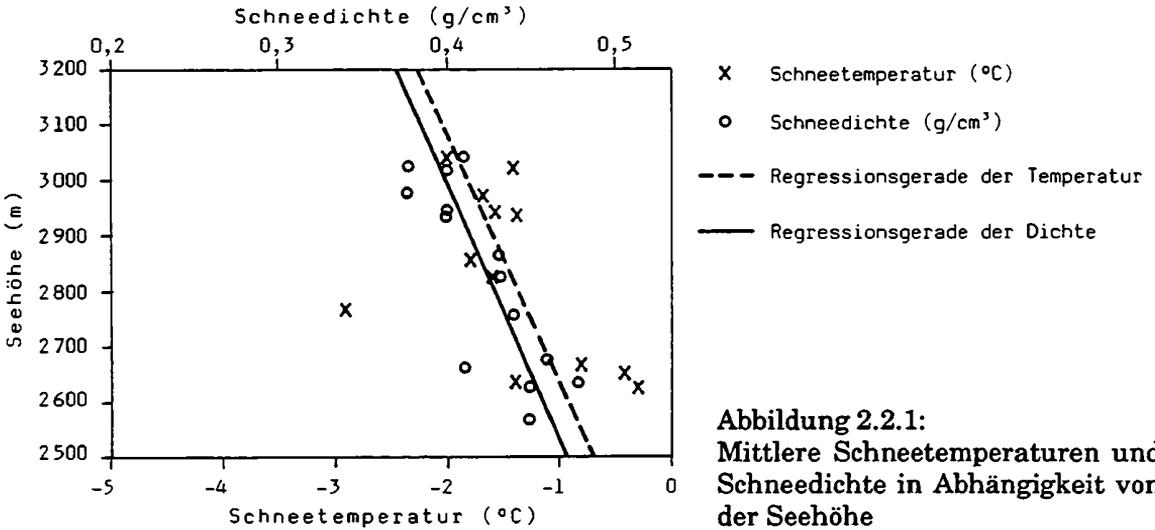


Abbildung 2.2.1:
Mittlere Schneetemperaturen und Schneedichte in Abhängigkeit von der Seehöhe

Im Rahmen des ALPTRAC/SNOSP-Projektes wurden auch dieses Jahr wieder Schneeproben für eine chemische Analyse genommen und an das Institut für Analytische Chemie des Technischen Universität Wien übergeben.

2.3 Die Messungen im Sommer und Herbst 1992

Das Ablationspegelnetz wurde am 15.10.1992 vom Vermessungsdienst der KELAG geodätisch eingemessen. Die Ablationspegel wurden am 16.7., 5.8., 16.9., 23.9., 29.9. und 15.10.1992 abgelesen. Die Lage der Pegel, sowie die Abschmelzbeträge bzw. spezifische Massenbilanz für das Haushaltsjahr 1991/92 sind in Tabelle 2.3.1 zusammengefasst.

Tabelle 2.3.1: Östliches Wurtenkeesgebiet; Ablationspegel 1991/92

Ablationspegel	Koordinaten			Pegelstand (segment/cm)						Ab-schmelz-ung (cm)	Spez. Massen-bilanz- (g/cm³)	Pegel-stand 1.10.92	Betrag in cm 1.10.92	
	x(m)	y(m)	z(m)	16.7. 1992	5.8.	17.8.	16.9.	23.9.	29.9.					15.10.
C22	211194	-24837	2654				2/50			2/85	66	59	C22/2	66
E24	211092	-24946	2628				*				180	162	-	-
H 2	210833	-25135	2554	1/20	1/165	1/150	*				190	171	-	-
H 5	210972	-24790	2641		2/140	1/10	1/110	1/130		1/140	214	193	H 5/1	136
H 9	210927	-25076	2590	1/90		*					185	167	-	-
H10	210878	-25051	2590	1/45	1/175	*					185	167	-	-
H29			3025				3/25			3/30			H29/3	
J 2	210832	-25135	2552	3/25	3/165	2/50	2/160	2/190		1/0	378	340	J 2/2	195
J 3	210869	-25146	2555	4/153	3/100	3/180		2/123		2/145	364	328	J 3/2	132
J 9	210925	-25080	2583	3/37	3/180	2/65	1/0	1/15		1/30	388	350	J 9/1	22
J10	210877	-25054	2585	3/55	3/180	2/60	2/180	2/200		1/15	365	329	J10/1	05
J11	210818	-25018	-2587	3/76	3/130		2/110	2/134			277	249	J11/2	140
J13	210823	-24550	2689	3/60	3/130	3/200		2/90		2/105	360	334	J13/2	95
J15	210502	-24430	2740	3/0	3/80		2/40	2/60		2/65	262	236	J15/2	62
J19	210704	-24166	2847	3/0	3/45	3/80		3/170	3/200		204	184	J15/2	04
J21	210857	-23964	2937	3/35	3/60		3/170			3/175	142	128	J21/3	173

* ausgepert

Vermessungsdatum 04.10.1991: E24, H 2, H 9, H10
 Vermessungsdatum 15.10.1992: H 5, J 2, J 3, J 9, J10, J13, J19
 Vermessungsdatum 16.10.1990: C22

2.4 Auswertung der Bilanzkarten und Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1991/92

Die Karten der Jahresbilanz und der Winterbilanz wurden mit einem Planimeter in 50 m Höhenstufen ausgemessen und die Flächen der einzelnen Teilzonen bestimmt. Durch die Neuvermessung im Oktober 1991 können die absoluten Massenbilanzen recht exakt bestimmt werden.

So wie in fast allen untersuchten Haushaltsjahren war auch in diesem Jahr die Jahresbilanz negativ ($-130,92 \text{ g/cm}^2$) und damit das zweitnegativste Haushaltsjahr des Beobachtungszeitraumes. Nur das Haushaltsjahr 1985/86 wies eine etwas negativere spezifische Jahresbilanz auf. Die Sommerbilanz 1991/92 war mit $-285,94 \text{ g/cm}^2$ überhaupt die negativste der gesamten Beobachtungsreihe.

Die räumliche Verteilung der Massenbilanz kann den Karten entnommen werden, die nach Höhenstufen aufgegliederten Werte den Tabellen 2.4.1, 2.4.2 und 2.4.3, bzw. Abbildung 2.4.1 und Abbildung 2.4.2. Aus Tabelle 2.4.4 sind die Gesamtergebnisse und die glaziologischen Maßzahlen zu ersehen.

Tabelle 2.4.1: Östliches Wurttenkees; Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1991/92;
spezifische Bilanz in g/cm^2 , Bilanzvolumen in 1000 Tonnen

Höhenstufe	Fläche in m^2	Winterbilanzvolumen	spez. Winterbilanz	Sommerbilanzvolumen	spez. Sommerbilanz	Jahresbilanzvolumen	spez. Jahresbilanz
2500-2550	24164	34,00	140,7	-104,68	-433,2	-70,68	-292,5
2550-2600	66596	82,11	123,3	-294,09	-441,6	-211,98	-318,3
2600-2650	137635	241,00	175,1	-540,91	-393,0	-299,91	-217,9
2650-2700	194282	450,35	231,8	-573,52	-295,2	-123,17	-63,4
2700-2750	99044	201,46	203,4	-288,91	-291,7	-87,46	-88,3
2750-2800	59037	71,91	121,8	-173,10	-293,2	-101,19	-171,4
2800-2850	95061	120,92	127,2	-266,46	-280,3	-145,54	-153,1
2850-2900	114805	146,26	127,4	-302,97	-263,9	-156,71	-136,5
2900-2950	91520	99,30	108,5	-193,75	-211,7	-94,45	-103,2
2950-3000	95769	101,52	106,0	-183,40	-191,5	-81,88	-85,5
3000-3050	74557	92,75	124,4	-142,18	-190,7	-49,43	-66,3
3050-3100	35139	46,63	132,7	-55,84	-158,9	-9,21	-26,2
3100-3150	6107	7,33	120,0	-7,63	-125,0	-0,31	-5,0
gesamt	1093716	1695,52	155,02	-3127,42	-285,94	-1431,90	-130,92

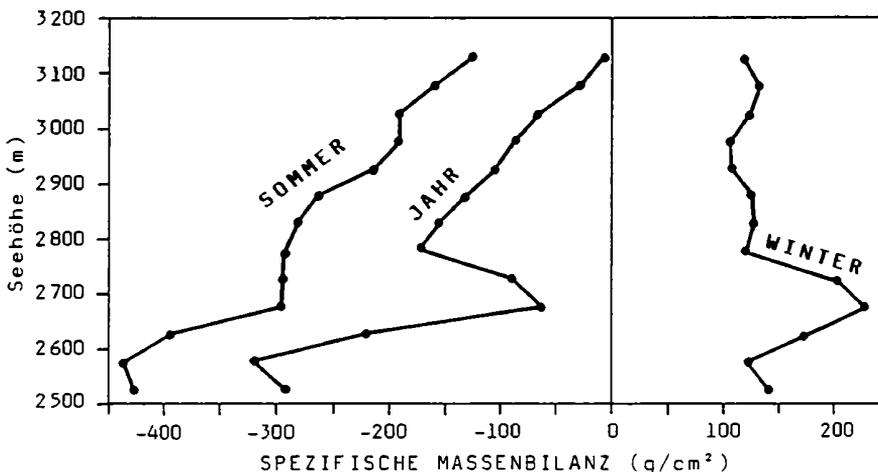


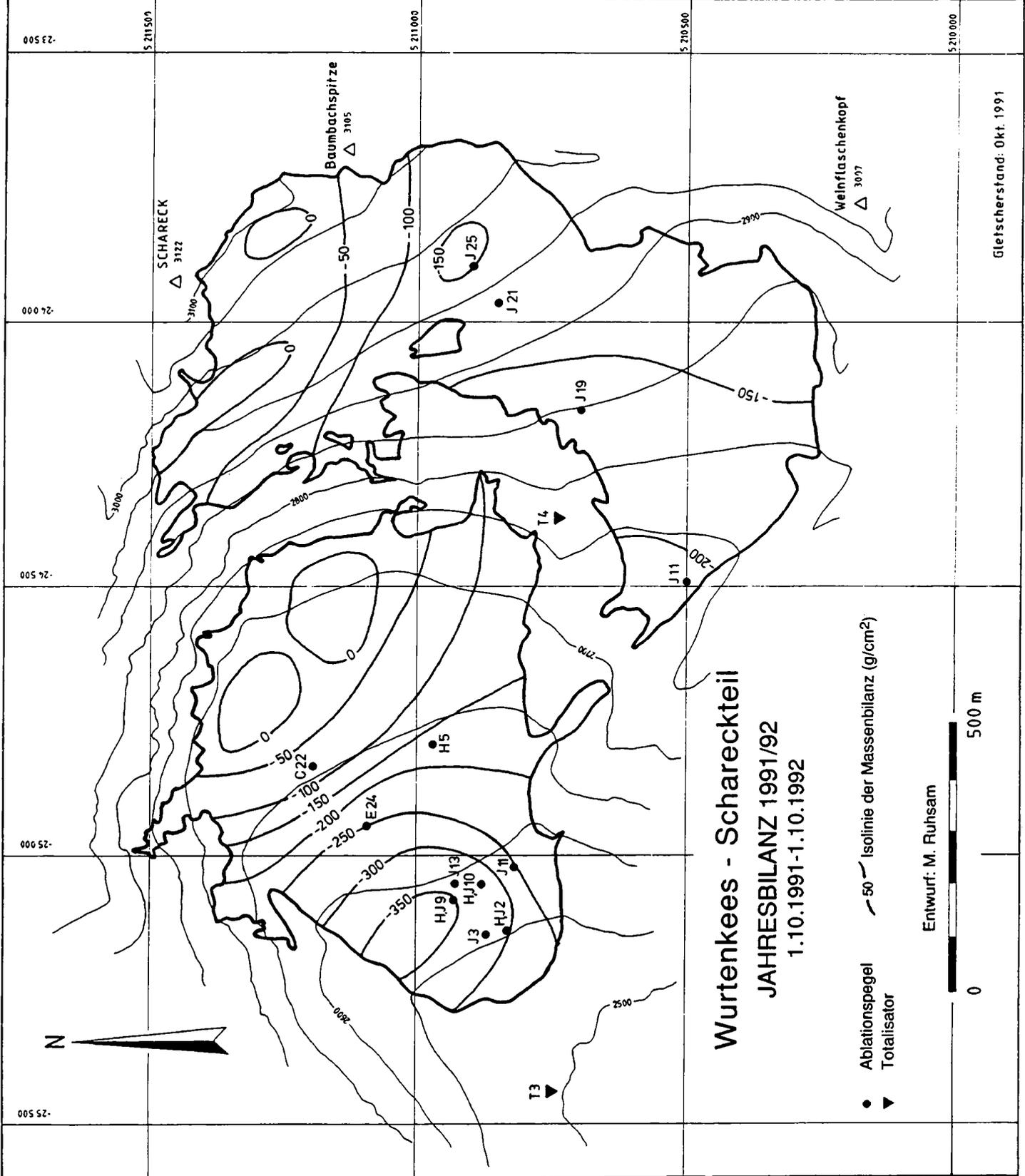
Abbildung 4.2.1:
Spezifische Massenbilanz in Abhängigkeit von der Seehöhe

**Tabelle 2.4.2: Winterbilanz 1991/92 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil
spezifische Bilanz in g/cm², Bilanzvolumen in 1000 Tonnen**

Höhen- stufe	Bilanz- volumen gesamt	Bilanz- volumen unten	Bilanz- volumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	34,00	34,00	0	140,7	140,7	0
2550-2600	82,11	82,11	0	123,3	123,3	0
2600-2650	241,00	241,00	0	175,1	175,1	0
2650-2700	450,35	450,35	0	231,8	231,8	0
2700-2750	201,46	169,46	32,00	203,4	236,5	116,81
2750-2800	71,91	10,68	61,23	121,8	200,94	113,97
2800-2850	120,92	0	120,92	127,2	0	127,2
2850-2900	146,26	0	146,26	127,4	0	127,4
2900-2950	99,30	0	99,30	108,5	0	108,5
2950-3000	101,52	0	101,52	106,0	0	106,0
3000-3050	92,75	0	92,75	124,4	0	124,4
3050-3100	46,63	0	46,63	132,7	0	132,7
3100-3150	7,33	0	7,33	120,0	0	120,0
gesamt	1695,52	987,59	707,93	155,02	197,66	119,17

**Tabelle 2.4.3: Jahresbilanz 1991/92 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil
spezifische Bilanz in g/cm², Bilanzvolumen in 1000 Tonnen**

Höhen- stufe	Bilanz- volumen gesamt	Bilanz- volumen unten	Bilanz- volumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	-70,68	-70,68	0	-292,50	-292,50	0
2550-2600	-211,98	-211,98	0	-318,30	-318,30	0
2600-2650	-299,91	-299,91	0	-217,90	-217,90	0
2650-2700	-123,17	-123,17	0	-63,40	-63,40	0
2700-2750	-87,46	-29,02	-58,43	-88,30	-40,50	-213,29
2750-2800	-101,19	-4,04	-97,15	-171,40	-80,80	-179,46
2800-2850	-145,54	0	-145,54	-153,10	0	-153,10
2850-2900	-156,71	0	-156,71	-136,50	0	-136,50
2900-2950	-94,45	0	-94,45	-103,20	0	-103,20
2950-3000	-81,88	0	-81,88	-85,50	0	-85,50
3000-3050	-49,43	0	-49,43	-66,30	0	-66,30
3050-3100	-9,21	0	-9,21	-26,20	0	-26,20
3100-3150	-0,31	0	-0,31	-5,00	0	-5,00
gesamt	-1431,90	-738,80	-693,10	-130,92	-147,87	-116,67



Wurtenkees - Schareckteil

JAHRESBILANZ 1991/92

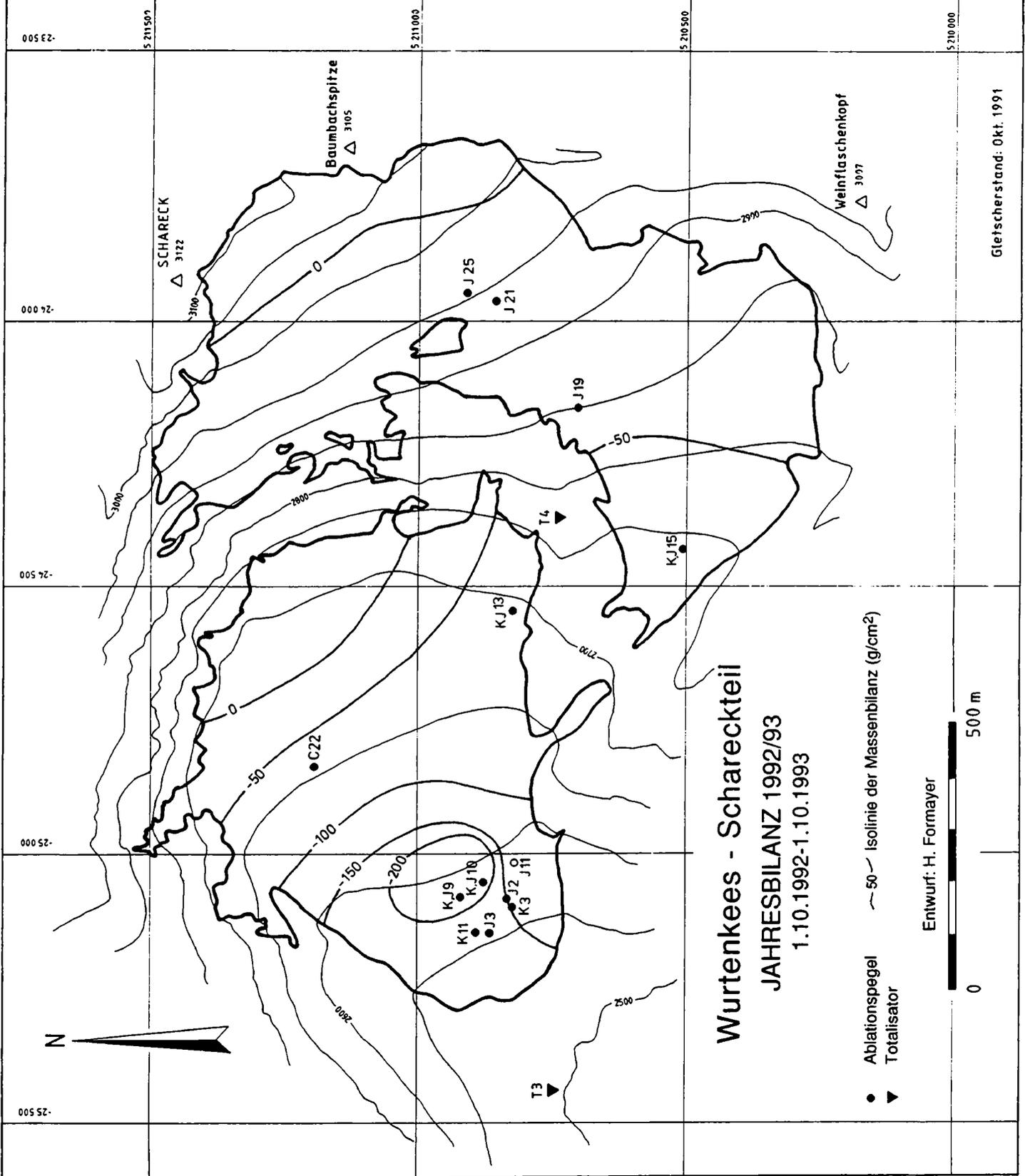
1.10.1991-1.10.1992

- Ablationspegel
- ▼ Totalisator
- Isolinie der Massenbilanz (g/cm²)

Entwurf: M. Ruhsam



Gletscherstand: Okt. 1991



Wurtenkees - Schareckteil

JAHRESBILANZ 1992/93

1.10.1992-1.10.1993

- Ablationspegel
- ▼ Totalisator
- Isolinie der Massenbilanz (g/cm²)

Entwurf: H. Formayer



Gletscherstand: Okt. 1991

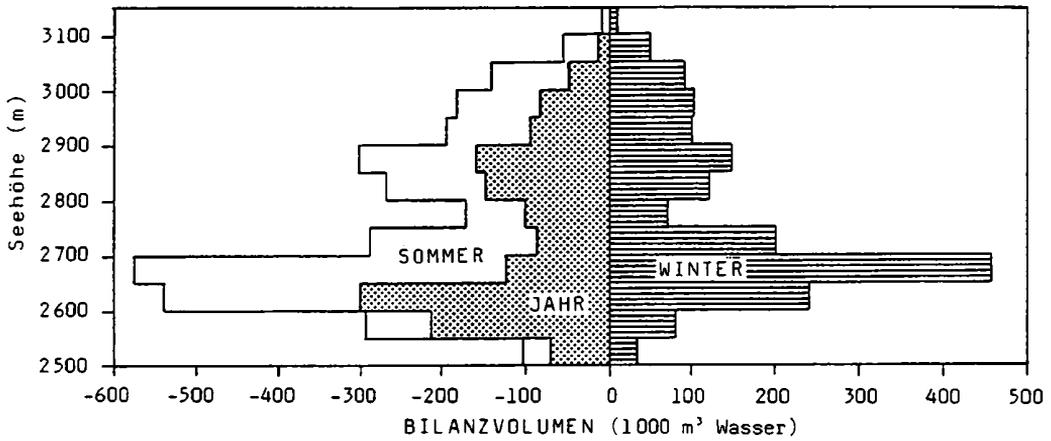


Abbildung 2.4.2: Bilanzvolumen in Abhängigkeit von der Seehöhe

Tabelle 2.4.4: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 1991/92

	gesamt	unten	oben	Einheit
S (Fläche)	1093716	499641	594075	m ²
Sc (Akkumulationsfläche)	72190	48000	24190	m ²
Sa (Ablationsfläche)	1021526	451641	569885	m ²
Sc/S	0,066	0,096	0,041	
Sc/Sa	0,071	0,107	0,042	
B (Bilanzvolumen)	-1431,9	-738,8	-693,1	1000 t
b (spez. Bilanzvolumen)	-130,9	-147,9	-116,7	g/cm ²
Bc (Nettoakkumulation)	12,03	9,49	2,54	1000 t
bc (spez. Nettoakkumulation)	1,1	1,9	0,4	g/cm ²
Ba (Nettoablation)	1443,9	740,7	695,64	1000 t
ba (spez. Nettoablation)	133,0	148,7	117,1	g/cm ²
bw (spez. Winterbilanz)	155,0	197,7	119,2	g/cm ²
bs (spez. Sommerbilanz)	-285,9	-345,5	-235,8	g/cm ²
bj (spez. Jahresbilanz)	-130,9	-147,9	-116,7	g/cm ²
bw + bs (spez. Totalmassenumsatz)	441,0	543,2	355,0	g/cm ²
bc + ba (spez. Nettomassenumsatz)	134,1	150,6	117,5	g/cm ²

Tabelle 2.4.5: Gesamtergebnisse Wurtenskees-Schareckteil für das Haushaltsjahr 1991/92

Bilanzvolumen		spezifische Bilanz	
Winter:	1,6955 Mio. t	Winter:	155,02 g/cm ²
Sommer:	-3,1274 Mio. t	Sommer:	-285,94 g/cm ²
Jahr:	-1,4319 Mio. t	Jahr:	-130,92 g/cm ²
Massenumsatz:	4,8229 Mio. t		

3. Haushaltsjahr 1992/93

3.1 Witterungsverlauf 1992/93

In Tabelle 3.1.1 sind wieder die Monatsmittelwerte und deren Abweichung vom 30jährigen Mittel (Reihe 1961-1990) für die Stationen Sonnblick und Villacher Alpe zusammengefaßt.

Tabelle 3.1.1: Witterungsverlauf im Haushaltsjahr 1992/93

Sonnblick (3106 m)

	OKT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MÄR	APR	WIN
Lufttemperatur (C)	-5,8	-6,5	-8,9	-9,6	-11,7	-12,3	-6,7	-8,8
Abweichung von Normalwert (C)	-2,5	1,7	2,2	3,0	1,1	-1,0	1,6	0,9
Zahl der Frosttage	31	29	31	31	28	31	30	211
Zahl der Eistage	29	24	31	30	28	30	28	200
Sonnenscheindauer (h)	92	100	134	151	178	154	131	940
Abweichung von Normalwert (%)	-47	-17	23	33	47	9	0	3
Globalstrahlung (kWh/m ²)	73	55	48	64	91	136	172	639
Niederschlag (mm)	204,2	201,4	116,9	116	80	126	159	1003,5
Abweichung von Normalwert (%)	108	52	-12	-9	-27	-9	2	12
Niederschlagstage (>0,1 mm)	24	21	10	11	11	18	19	114
Schneefalltage	23	21	10	11	11	18	19	113

	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	SOM
Lufttemperatur (C)	-1,5	0,6	1,3	2,9	-1,8	0,3
Abweichung von Normalwert (C)	2,3	1,3	-0,4	1,3	-1,4	0,6
Zahl der Frosttage	29	18	17	9	25	98
Zahl der Eistage	5	2	4	4	15	30
Sonnenscheindauer (h)	162	138	169	77	85	631
Abweichung von Normalwert (%)	13	-3	-5	-55	-49	-21
Globalstrahlung (kWh/m ²)	193	186	171	154	99	803
Niederschlag (mm)	64	156	181	146	120	667,0
Abweichung von Normalwert (%)	-59	8	16	-7	9	-8
Niederschlagstage (>0,1 mm)	17	18	23	17	19	94
Schneefalltage	15	12	8	3	13	51

Villacher Alpe (2139 m)

	OKT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MÄR	APR	WIN
Lufttemperatur (C)	0,2	-0,1	-4,1	-3,8	-5,4	-5,8	-0,7	-2,8
Abweichung von Normalwert (C)	-2,1	2,6	1,6	3,2	1,8	-0,5	1,6	1,2
Zahl der Frosttage	19	21	30	25	23	27	19	164
Zahl der Eistage	6	8	20	16	14	19	12	95
Sonnenscheindauer (h)	88	151	141	162	199	206	185	1132
Abweichung von Normalwert (%)	-50	10	10	18	41	32	6	11
Globalstrahlung (kWh/m ²)	64	56	43	52	81	123	149	568
Niederschlag (mm)	217,1	80,1	135,8	4	7	30	31	505
Abweichung von Normalwert (%)	145	-40	51	-96	-92	-73	-75	-30
Niederschlagstage (>0,1 mm)	22	10	10	6	7	10	14	79
Schneefalltage	12	7	10	6	7	10	10	62

	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	SOM
Lufttemperatur (C)	4,7	6,9	7,6	9,4	4,3	6,6
Abweichung von Normalwert (C)	2,5	1,1	-0,7	1,3	-1,4	0,6
Zahl der Frosttage	1	1	4	2	5	13
Zahl der Eistage	0	0	0	0	0	0
Sonnenscheindauer (h)	197	206	232	255	121	1011
Abweichung von Normalwert (%)	7	12	4	20	-35	3
Globalstrahlung (kWh/m ²)	162	168	175	161	96	762
Niederschlag (mm)	46	126	184	102	152	610
Abweichung von Normalwert (%)	-60	-8	30	-22	-13	-4
Niederschlagstage (>0,1 mm)	16	19	15	13	22	84
Schneefalltage	1	0	1	0	2	4

Winter

Das Haushaltsjahr begann mit einem zu kalten und zu feuchten Oktober. Darauf folgte eine zu warme Periode die bis März anhielt. Dabei war die Abweichung im Jänner mit ca. 3 °C am größten. Während der November noch überdurchschnittliche Niederschläge brachte, waren die darauffolgenden Monate vom Niederschlag her recht normal bis leicht unterdurchschnittlich (Villacher Alpe darf für Niederschlagsereignisse nicht als Vergleich verwendet werden). Der März unterbrach diese Wärmeperiode und war um ca. 1 °C zu kalt, der April war etwas zu warm. Im Mittel war das Winterhalbjahr vom Niederschlag und der Sonnenscheindauer recht normal, von der Temperatur her etwa 1 °C zu warm.

Im Bereich des Gletschers wurden vom Hochalpdienst der KELAG drei Totalisatoren und 12 Schneepegel betreut. Zusammen mit den Werten der beiden Stationen des Hydrographischen Dienstes in Kleindorf und Innerfragant sind die Monatswerte in Tabelle 3.1.2 enthalten. Der Vergleich mit dem 12jährigen Mittel (1981-1992) ergibt für den oberen Bereich (T3, T4) für den Winter um ca. 50 mm, den unteren Bereich (T1) um 5 mm zuviel Niederschlag.

Tabelle 3.1.2: Niederschlags- und Schneehöhenmessungen (in mm) im Wurtenkeesgebiet im Haushaltsjahr 1992/93

Niederschlagsmonatssummen WINTER

Meßstelle	Seehöhe (m)	X	XI	XII	I	II	III	IV	Summe Winter
Kleindorf	735	201,4	31,5	101,4	4,3	0,7	18,4	16,1	373,8
Innerfragant	1195	194,1	57,7	93,3	11,3	8,0	44,6	38,5	447,5
Wurtenkees T1	2420	190,0	130,0	86,0	32,0	70,0	72,0	55,0	635,0
Wurtenkees T3	2511	318,0	218,0	200,0	70,0	140,0	150,0	170,0	1266,0
Wurtenkees T4	2791	235,0	160,0	160,0	70,0	120,0	105,0	150,0	1000,0

Niederschlagsmonatssummen SOMMER

Meßstelle	Seehöhe (m)	V	VI	VII	VIII	IX	Summe Sommer	Summe Jahr
Kleindorf	735	46,9	67,5	194,9	91,6	124,4	525,3	899,1
Innerfragant	1195	51,6	88,8	176,0	167,1	84,0	567,5	1015,0
Wurtenkees T1	2420	75,0	150,0	170,0	150,0	175,0	720,0	1355,0
Wurtenkees T3	2511	210,0	270,0	270,0	190,0	210,0	1150,0	2416,0
Wurtenkees T4	2791	135,0	215,0	245,0	200,0	230,0	1025,0	2025,0

Schneehöhen im Wurtenkeesgebiet 1992/93 (in cm)

Pegel	1.10.92	1.11.	1.12.	1.1.93	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
PE 3	0	107	244	230	230	294	332	321	255	150	30	5	30
PE 5	0	135	Lawi	Lawi	Lawi	Lawi	360	398	245	171	97	5	50
PE 7	0	140	227	284	290	Lawi	340	351	298	216	115	40	55
PE 9	0	107	175	210	210	204	213	225	168	75	4	5	30
PE11	0	135	185	Lawi	Lawi	Lawi	Lawi	Lawi	Lawi	Lawi	Lawi	Lawi	Lawi
PE13	0	125	190	210	233	253	278	295	243	166	53	20	55
PE15	0	112	170	212	224	250	270	277	230	145	30	10	55
PE17	0	114	157	190	190	245	265	275	235	164	68	10	40
PE19	0	130	190	228	225	258	295	298	250	175	55	5	52
PE21	0	138	185	230	230	295	315	325	283	218	122	15	40
PE23	0	105	152	185	200	268	290	297	265	-	-	20	55
PE25	0	115	166	225	193	250	265	282	247	190	105	20	55
PE27	0	118	182	222	230	265	260	290	260	213	133	20	60
PE29	100	122	175	210	220	290	340	377	360	307	200	70	125
PE31	0	177	298	308	355	368	355	410	398	335	233	100	155
Unteres Mittel	0	125	204	234	241	273	305	318	242	156	60	15	44
Oberes Mittel	11	126	186	224	230	277	295	315	281	218	118	30	71
Kleindorf	0	0	0	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Innerfragant	0	0	0	15	18	10	0	0	0	0	0	0	0

Der Schneedeckenaufbau begann am 3. Oktober. Durch die überhöhten Niederschläge im Oktober und November, erreichte diese bereits mit Anfang Dezember eine Höhe von ca. 2 m. Bei Winterende lagen im unteren Teil ca. 320 cm, im oberen Teil ca. 315 cm Schnee.

Sommer

Das Sommerhalbjahr begann mit einem zu warmen Mai und Juni, wobei der Mai auch sehr niederschlagsarm war. Der Juli war etwas zu kalt und niederschlagsreich. Der August war wieder zu warm, sehr sonnenscheinarm, der Niederschlag aber normal. Dagegen war der September wieder zu kalt, sehr sonnenscheinarm, der Niederschlag aber etwas zu hoch. Insgesamt war der Sommer etwas zu warm (0,6 °C), die Niederschlagsmenge war durchschnittlich, jedoch die Sonnenscheindauer um ca. 20 % zu niedrig.

Die Ausaperung setzte dieses Jahr relativ spät, erst Anfang August, ein. Dies kann einerseits auf die günstige Winterbilanz, andererseits auf den zu kühlen Juli zurückgeführt werden. Die Totalisatoren T1 und T4 maßen um ca. 90 mm mehr Niederschlag als im 12jährigen Durchschnitt, T3 hingegen nur ein durchschnittliches Ergebnis.

3.2 Die Messungen vom 3. - 5.5.1993 - Winterbilanz

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 1992/93 konnten wieder Anfang Mai durchgeführt werden. An 15 Profilen wurden die Dichte und der Schneetemperaturverlauf gemessen und teilweise auch die Stratigraphie der Schneedecke bestimmt (Tabelle 3.2.1 und 3.2.2). Die Lage und Höhe der Profilstandpunkte wurde von der KELAG geodätisch eingemessen bzw. mit Bussole und Kompaß bestimmt und ist aus der Karte der Winterbilanz zu ersehen. Zusätzlich zu den Messungen in den Schneeschächten wurde der Gletscher mit einem dichten Schneetiefensondieretz (89 Punkte) abgedeckt, um die graphische Interpolation der Isolinien der spezifischen Winterbilanz zu verbessern. Die Tiefenwerte und interpolierten Bilanzwerte der Sondierung sind in Tabelle 3.2.3 dargestellt.

Tabelle 3.2.1: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 3.-5.5.1993; Schneeschächte

Profil	Koordinaten (M31)			h (cm)	bw	Dichte	Vorjahres- horizont
	x (m)	y (m)	z (m)	4.5.93	(g/cm ²)	(g/cm ³)	
PE 3	210845	-25100	2565	349	167,0	0,48	EIS
PE 8	211035	-25015	2610	195	82,7	0,42	EIS
PE 5	210945	-24815	2635	405	196,7	0,49	EIS
PE 7	211158	-24847	2655	271	118,3	0,44	EIS
Lawi	211105	-24655	2675	515,5	233,4	0,45	-*
Profil 13	210865	-24605	2680	335	139,5	0,42	EIS
PE19	210705	-24165	2850	309	129,3	0,42	EIS
PE21	210820	-24015	2910	351,5	140,8	0,40	EIS
PE27**	211009	-23812	3015	320	124,6	0,40	EIS
PE16	210525	-24315	2780	295	140,0	0,47	EIS
PE33	211325	-24110	2950	425	178,2	0,42	EIS
PE23	210825	-23900	2950	318	137,1	0,43	EIS

* Vorjahreshorizont nicht erreicht

** PE27 vermessen am 15.10.1992

Alle Koordinaten aus Sondierung ermittelt, keine Neuvermessungen

Tabelle 3.2.2: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 3.-5.5.1993; Schneetemperaturen

Profil	See- höhe	S c h n e e t i e f e i n c m										Mittel 50-300
		10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	
PE 3	2565	0	0	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,6	-0,6	-0,3
PE 8	2610	0	0	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	*	*	*	*
PE 5	2635	-0,4	-0,4	-0,6	-0,8	-0,7	-0,8	-0,6	0	-0,3	-0,3	-0,4
PE 7	2655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*
Lawi	2675	0	0	0	0	0	0	-1,4	-3,9	-5,1	-5,7	-2,7
Profil 13	2680	-0,2	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,7	-1,2	-2,9	-2,8	-2,8	*
PE16	2780	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*
PE19	2850	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	*	*	*	*	*
PE21	2910	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,6	-1,8	-1,2	-2,8	-2,8	-1,6
PE23	2950	0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-1,5	-1,6	-2	-2,8	-3,1	-1,9
PE33	2950	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PE27	3015	-1,2	0	0	-0,1	-0,5	-1,1	-2,6	-3,3	-3,3	-3	-2,3

Tabelle 3.2.3: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 3.-5.5.1993; Schneetiefensondierung

Unterer Teil - Wurtenkees

Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)
1	270	0,48	130	15	410	0,45	185	29	380	0,43	163
2	350	0,48	168	16	270	0,45	122	30	340	0,43	146
3	360	0,48	173	17	420	0,45	189	31	280	0,42	118
4	310	0,47	146	18	370	0,44	163	32	320	0,42	134
5	230	0,46	106	19	470	0,44	207	33	300	0,42	126
6	190	0,45	86	20	410	0,44	180	34	340	0,42	143
7	170	0,44	75	21	520	0,45	234	35	360	0,42	151
8	200	0,43	86	22	>540	0,45	-	36	400	0,43	172
9	185	0,42	78	23	>540	0,45	-	37	310	0,42	130
10	400	0,45	180	24	>540	0,45	-	38	370	0,45	167
11	460	0,48	221	25	390	0,44	172	39	430	0,48	206
12	410	0,49	201	26	410	0,44	181	40	330	0,45	149
13	360	0,47	170	27	400	0,44	176	41	340	0,45	153
14	370	0,45	144	28	490	0,44	216	42	350	0,45	158

Oberer Teil - Wurtenkees

Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)
1	360	0,42	151	17	345	0,41	141	32B	397	0,41	163
2	365	0,42	153	18	330	0,43	142	33	438	0,41	180
3	360	0,42	151	19	356	0,42	150	34	382	0,41	157
4	363	0,42	152	20	235	0,42	124	35	343	0,41	141
5	310	0,42	130	21	310	0,41	127	36	369	0,41	151
6	307	0,42	129	22	295	0,41	121	37	330	0,41	135
7	320	0,42	134	23	301	0,41	123	38	280	0,41	115
8	355	0,42	149	24	380	0,41	156	39	341	0,41	140
9	368	0,42	155	25	340	0,41	139	40	350	0,42	147
10	345	0,42	145	26	335	0,40	134	41	322	0,42	135
11	303	0,41	124	27	330	0,40	132	42	265	0,43	114
12	325	0,41	133	28	295	0,41	121	43	265	0,44	117
13	333	0,40	133	29	358	0,41	147	44	264	0,46	121
14	351	0,40	140	30	328	0,42	138	45	295	0,47	139
15	419	0,40	168	31	395	0,41	162	46	248	0,46	114
16	314	0,40	126	32	>540	0,41	-	47	280	0,46	129

Die Abhängigkeit der Schneetemperatur (gemittelt über den Bereich 50 bis 300 cm) von der Seehöhe wurde mittels einer linearen Regression untersucht. Abbildung 3.2.1 zeigt, das in diesem Jahr im unteren Gletscherteil schon teilweise eine vollständige Durchwärmung der Schneedecke stattgefunden hat. Dies ist auf den insgesamt doch relativ milden Winter zurückzuführen. Die mittlere Schneedichte ist sehr hoch aufgrund der teilweisen Durchwärmung. Es konnte diesmal auch wieder eine Abhängigkeit der Schneedichte von der Seehöhe beobachtet werden (Abbildung 3.2.1).

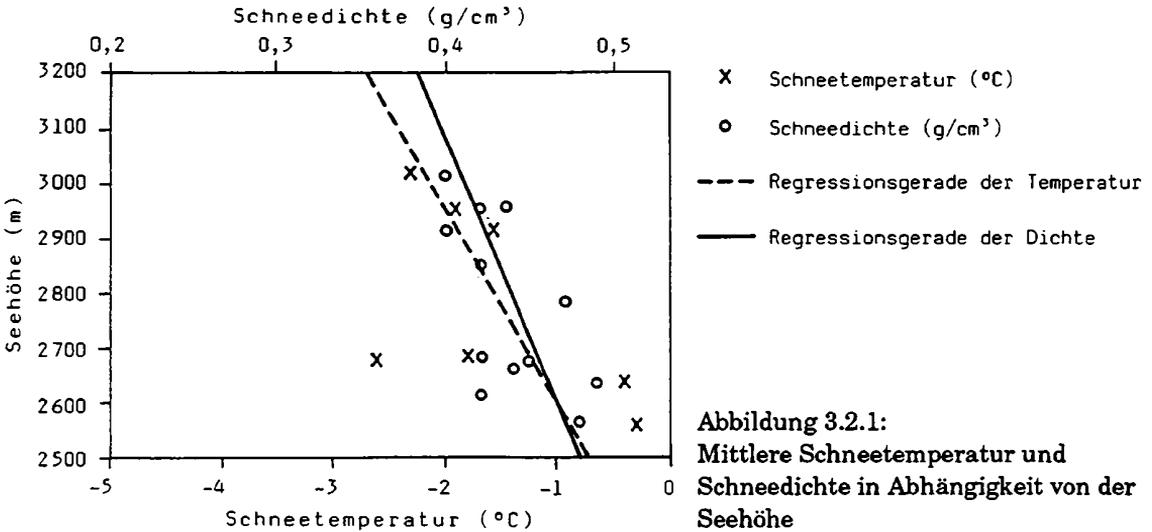


Abbildung 3.2.1:
Mittlere Schneetemperatur und Schneedichte in Abhängigkeit von der Seehöhe

Im Rahmen des ALPTRAC/SNOSP-Projektes wurden auch dieses Jahr wieder Schneeproben für eine chemische Analyse genommen und an das Institut für Analytische Chemie des Technischen Universität Wien übergeben. Zusätzlich wurden von der IAEA (International Atomic Energy Agency) Isotopbestimmungen ($\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^2\text{H}$) durchgeführt.

3.3 Die Messungen im Sommer und Herbst 1993

Das Ablationspegelnetz wurde am 3.8.1993 vom Vermessungsdienst der KELAG geodätisch eingemessen. Die Ablationspegel wurden am 22.7., 9.8., 30.8., 25.9., 5.10. und 20.10.1993 abgelesen. Die Lage der Pegel, sowie die Abschmelzbeträge bzw. spezifische Massenbilanz für das Haushaltsjahr 1992/93 sind in Tabelle 3.3.1 zusammengefaßt.

Tabelle 3.3.1: Östliches Wurtenkees; Ablationspegel 1992/93

Ablations-pegel	Koordinaten			Pegelstand (Segment/cm)						Ab-schmelz-ung (cm)	Spez. Massen-bilanz- (g/cm³)	Pegel-stand 1.10.	Betrag in cm 1.10.	
	x(m)	y(m)	z(m)	22.7.93	9.8.93	30.8.93	5.10.93	20.10.93	25.9.93					
H 5	210971	-24792	2641	1/-130	1/-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G22	211194	-24837	2654	-	2/-70	2/-130	2/-130	2/-130	-	64	58	2	130	
K 3	210825	-25103	2560	-	3/-90	3/-185	2/-10	-	2/-10	161	145	2	6	
K 5	-	-	-	-	-	3/-145	3/-170	3/-130	-	-	-	3	130	
K 9	210923	-25081	2581	2/0	2/-70	2/-175	-	-	1/0	228	205	1	0	
J 9	210924	-25082	2582	1/-50	1/-120	-	-	-	-	228	205	-	-	
K10	210876	-25056	2584	3/-80	3/-160	2/-70	2/-90	-	2/-90	225	203	2	90	
J10	210875	-25056	2584	1/-25	1/-100	-	-	-	-	225	203	-	-	
K11	210888	-25148	2555	3/-165	2/-40	2/-135	2/-165	-	2/-170	200	180	2	165	
J11	210818	-25018	2587	-	2/-160	1/-50	1/-75	-	-	200	180	-	-	
K13	210823	-24550	2689	3/-165	3/-165	2/-35	2/-35	-	2/-40	72	65	2	37	
J13	210823	-24550	2689	-	2/-85	2/-160	2/-165	2/-165	-	72	65	2	165	
K15	210502	-24430	2738	3/-160	-	2/-50	2/-60	2/-70	2/-60	88	79	2	60	
J15	210502	-24430	2738	2/-50	-	2/-140	-	-	-	88	79	-	-	
J 3	210869	-25146	2555	-	1/-20	1/-115	1/-140	1/-140	-	205	185	1	137	
J 2	210832	-25135	2552	-	1/-40	1/-145*	-	-	1/-40	167	150	1	37	
J19	210704	-24166	2847	-	-	2/-45	-	-	2/-50	41	31	2	50	
J21	210857	-23964	2937	-	-	2/0	-	-	-	27	16	2	0	
J25	210907	-23901	2970	-	-	2/-50	-	-	2/-50**	27	16	2	50	

* falsch; **abgebrochen

Vermessen am 03.08.1993: H 5, K 3, K 9, J 9, K10, J10, K11, K13, J13, K15, J15

Vermessen am 15.10.1992: J 3, J 2, J19

Rest vermessen am 16.10.1990

3.4 Auswertung der Bilanzkarten und Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1992/93

Die Karten der Jahresbilanz und der Winterbilanz wurden mit einem Planimeter in 50 m Höhenstufen ausgemessen und die Flächen der einzelnen Teilzonen bestimmt. Durch die Neuvermessung im Oktober 1991 können die absoluten Massenbilanzen recht exakt bestimmt werden.

So wie in fast allen untersuchten Haushaltsjahren war auch dieses Jahr die Jahresbilanz negativ ($-48,39 \text{ g/cm}^2$) und damit nicht so stark negativ wie in den vorangegangenen Jahren. Dies kann einerseits auf die stark positive Winterbilanz, aber hauptsächlich auf die für Gletscher günstige Witterung im Juli und September zurückgeführt werden.

Die räumliche Verteilung der Massenbilanz kann den Karten entnommen werden, die nach Höhenstufen aufgegliederten Werte den Tabellen 3.4.1, 3.4.2 und 3.4.3, bzw. Abbildung 3.4.1 und Abbildung 3.4.2. Aus Tabelle 3.4.4 sind die Gesamtergebnisse und die glaziologischen Maßzahlen zu ersehen.

Tabelle 3.4.1: Östliches Wurtenkees; Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1992/93; spezifische Bilanz in g/cm^2 , Bilanzvolumen in 1000 Tonnen

Höhenstufe	Fläche in m^2	Winterbilanz	spez. Winterbilanz	Sommerbilanz	spez. Sommerbilanz	Jahresbilanz	spez. Jahresbilanz
2500-2550	24164	34,80	144,00	74,74	-309,30	-39,94	-165,30
2550-2600	66596	89,31	134,10	202,59	-304,20	-113,28	-170,10
2600-2650	137635	207,42	150,70	364,73	-265,00	-157,32	-114,30
2650-2700	194282	372,44	191,70	439,85	-226,40	-67,42	-34,70
2700-2750	99044	166,69	168,30	196,11	-198,00	-29,42	-29,70
2750-2800	59037	76,98	130,40	113,11	-191,60	-36,13	-61,20
2800-2850	95061	129,57	136,30	167,88	-176,60	-38,31	-40,30
2850-2900	114805	152,69	133,00	181,39	-158,00	-28,70	-25,00
2900-2950	91520	120,26	131,40	138,56	-151,40	-18,30	-20,00
2950-3000	95769	134,46	140,40	143,94	-150,30	-9,48	-9,90
3000-3050	74557	107,29	143,90	104,45	-140,10	2,83	3,80
3050-3100	35139	53,45	152,10	48,18	-137,10	5,27	15,00
3100-3150	6107	9,37	153,40	8,45	-138,40	0,92	15,00
gesamt	1093716	1654,71	151,29	2183,99	-199,69	-529,28	-48,39

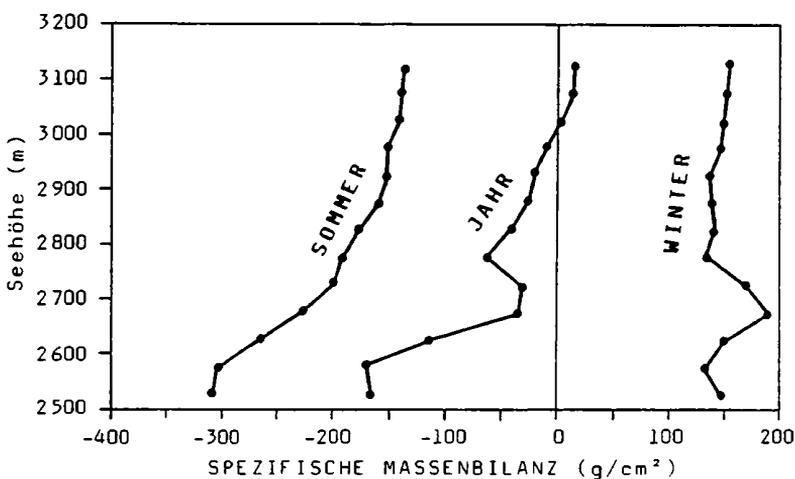


Abbildung 3.4.1: Spezifische Massenbilanz in Abhängigkeit von der Seehöhe

Tabelle 3.4.2: Winterbilanz 1992/93 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil; spezifische Bilanz in g/cm², Bilanzvolumen in 1000 Tonnen

Höhenstufe	Bilanzvolumen gesamt	Bilanzvolumen unten	Bilanzvolumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	34,80	34,80	0	144	144,0	0
2550-2600	89,31	89,31	0	134,1	134,1	0
2600-2650	207,42	207,42	0	150,7	150,7	0
2650-2700	372,44	372,44	0	191,7	191,7	0
2700-2750	166,69	132,67	34,02	168,3	185,16	124,2
2750-2800	76,98	8,81	68,17	130,4	165,79	126,9
2800-2850	129,57	0	129,57	136,3	0	136,3
2850-2900	152,69	0	152,69	133,0	0	133,0
2900-2950	120,26	0	120,26	131,4	0	131,4
2950-3000	134,46	0	134,46	140,4	0	140,4
3000-3050	107,29	0	107,29	143,9	0	143,9
3050-3100	53,45	0	53,45	152,1	0	152,1
3100-3150	9,37	0	9,37	153,4	0	153,4
gesamt	1654,71	845,44	809,27	151,29	169,2	136,2

Tabelle 3.4.3: Jahresbilanz 1992/93 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil; spezifische Bilanz in g/cm², Bilanzvolumen in 1000 Tonnen

Höhenstufe	Bilanzvolumen gesamt	Bilanzvolumen unten	Bilanzvolumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	-39,94	-39,94	0	-165,30	-165,30	0
2550-2600	-113,28	-113,28	0	-170,10	-170,10	0
2600-2650	-157,32	-157,32	0	-114,30	-114,30	0
2650-2700	-67,42	-67,42	0	-34,70	-34,70	0
2700-2750	-29,42	-7,50	-21,92	-29,70	-10,47	-80
2750-2800	-36,13	-1,80	-34,33	-61,20	-33,87	-64,07
2800-2850	-38,31	0	-38,31	-40,30	0	-40,30
2850-2900	-28,70	0	-28,70	-25,00	0	-25,00
2900-2950	-18,30	0	-18,30	-20,00	0	-20,00
2950-3000	-9,48	0	-9,48	-9,90	0	-9,90
3000-3050	2,83	0	2,83	3,80	0	3,80
3050-3100	5,27	0	5,27	15,00	0	15,00
3100-3150	0,92	0	0,92	15,00	0	15,00
gesamt	-529,28	-387,26	-142,03	-48,39	-77,5	-23,90

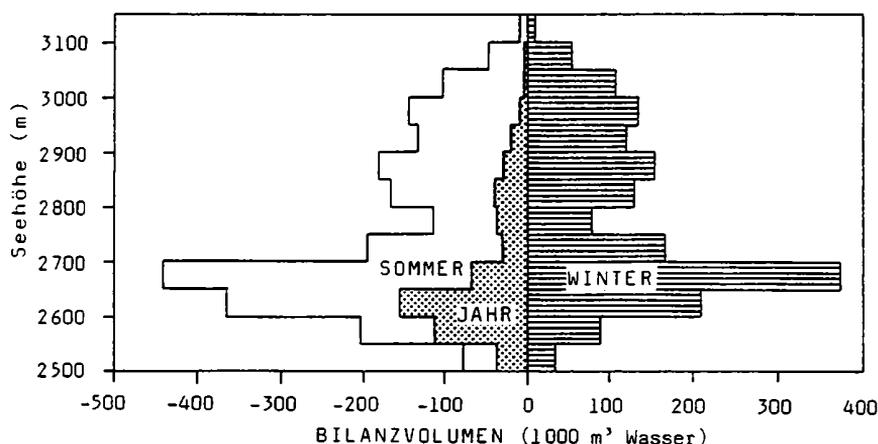


Abbildung 3.4.2: Bilanzvolumen in Abhängigkeit von der Seehöhe

Tabelle 3.4.4: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 1992/93

	gesamt	unten	oben	Einheit
S (Fläche)	1093716	499641	594075	m ²
Sc (Akkumulationsfläche)	160000	74400	85600	m ²
Sa (Ablationsfläche)	933716	424916	509800	m ²
Sc/S	0,146	0,149	0,144	
Sc/Sa	0,172	0,176	0,168	
B (Bilanzvolumen)	-529,28	-387,26	-142,03	1000 t
b (spez. Bilanzvolumen)	-48,4	-77,5	-23,9	g/cm ²
Bc (Nettoakkumulation)	25,38	14,69	10,69	1000 t
bc (spez. Nettoakkumulation)	2,3	2,9	1,8	g/cm ²
Ba (Nettoablation)	554,7	402,2	154,46	1000 t
ba (spez. Nettoablation)	50,7	80,5	26,0	g/cm ²
bw (spez. Winterbilanz)	151,3	169,2	136,2	g/cm ²
bs (spez. Sommerbilanz)	-199,7	-246,7	-160,1	g/cm ²
bj (spez. Jahresbilanz)	-48,4	-77,5	-23,9	g/cm ²
bw + bs (spez. Totalmassenumsatz)	351,0	415,9	296,3	g/cm ²
bc + ba (spez. Nettomassenumsatz)	53,0	83,4	27,8	g/cm ²

Tabelle 3.4.5: Gesamtergebnisse Wurtenskees-Schareckteil für das Haushaltsjahr 1992/93

Bilanzvolumen		spezifische Bilanz	
Winter:	1,6547 Mio. t	Winter:	151,29 g/cm ²
Sommer:	-2,1839 Mio. t	Sommer:	-199,68 g/cm ²
Jahr:	-0,5293 Mio. t	Jahr:	- 48,39 g/cm ²
Massenumsatz:	3,8386 Mio. t		

Danksagung

Die Feldmessungen wurden wieder in Zusammenarbeit zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, dem Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien, der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG, der Österreichischen Akademie der Wissenschaft und mit Unterstützung durch den Fond zur Förderung der wissenschaftl. Forschung (Projekt P7807 - Geo) durchgeführt, denen an dieser Stelle herzlich für ihre Unterstützung des Projektes gedankt sei. Folgende Mitarbeiter führten die Feldmessungen auf dem Gletscher durch: K. Auzinger, K. Baumann, B. Budil, H. Dollfuß, H. Formayer, K. Fussenegger, R. Geiwitsch, D. Kreitner, N. Köpl, H. Kromp-Kolb, R. Kromp, L. Lemmel, S. Lughofer, G. Lumassegger, M. Mattern, M. Mayerl, A. Melichar, M. Ruhsam, W. Schöner, T. Singer, A. Trieb, S. Weigl, T. Wiesinger, sowie Mitglieder des Vermessungstrupps unter H. Auer.

Literatur:

- BÖHM, R.: Monographie der Gletscher der Goldberggruppe in den Hohen Tauern. Teil 1: Das Wurtenkees. Entwicklung des Gletschers seit 1850. Jb. d. SV. 1981-1983, 3-59, Wien, 1984.
- BÖHM, R.: Massenbilanzmessungen auf dem Wurtenkees im Sonnblickgebiet. Tagungsbericht ITAM 86 in Rauris, 61-65, Österr. Ges. f. Met., Wien, 1987.
- BÖHM, R.: Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1982/83. Wetter und Leben 35, 200-229 Wien, 1983.
- BÖHM, R., N. HAMMER und J. STROBL: Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1983/84. Teil 1 und 2 Wetter und Leben 37, 37-51 und 88-96, Wien, 1985.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL: Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1984/85. Wetter und Leben 38, 201-221, Wien, 1986.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL: Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1985/86. Wetter und Leben 40, 43-56, Wien, 1988.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL: Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1986/87. Wetter und Leben 40, 235-251, Wien, 1988.
- HAMMER, N.: Umweltverträglichkeitsprüfung Wurtenkees. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien 1992.
- SCHÖNER, W.: Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1987/88. Wetter und Leben 42, Wien, 1990.
- SCHÖNER, W.: Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1988/89. 86.-87. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1988-89, 40-51, Wien, 1992.
- SCHÖNER, W.: Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1989/90. 88.-89. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1990-91, 40-51, Wien, 1993.

Anschrift der Verfasser

Herbert Formayer
Markus Ruhsam
Mag. Wolfgang Schöner

Alle:
Institut für Meteorologie und Geophysik
Universität Wien
A-1190 Wien, Hohe Warte 38