

MASSENHAUSHALT WURTENKEES FÜR DAS HAUSHALTSJAHR 1996/97

T. WIESINGER, Davos

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschreibt die Meßergebnisse der Massenhaushaltsuntersuchungen des Haushaltsjahres 1996/97 auf dem Schareckteil des Wurtenkees im Sonnblickgebiet. Das Haushaltsjahr ist gekennzeichnet durch eine überdurchschnittlich hohe Winterbilanz und eine leicht negative Jahresbilanz ($-24,2\text{g/cm}^2$). Das Winterbilanzvolumen beträgt 142% des Mittelwerts der Periode 1982-1996, das Sommerbilanzvolumen 96%. Ein von Beginn an schneereicher Winter führte bei normaler Sommerbilanz zu einem geringen Massenverlust. Der Massenverlust in diesem Jahr beträgt nur 264,7 Tausend Tonnen, das sind etwa 12,5% der Masse, die im Winter in Form von Schnee am Gletscher abgelagert wurde. Das Wurtenkees weist in den fünfzehn untersuchten Haushaltsjahren auch weiterhin nur ein positives Haushaltsjahr (1983/84) auf.

1. Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Messungen und Ergebnisse des Massenhaushaltes des Wurtenkees für das Haushaltsjahr 1996/97 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 verliert mangels genügender Nettoakkumulation ständig an Volumen. In diesem Bilanzjahr war die Nettoakkumulation aber deutlich übernormal, was bei normaler Ablation zu einer leicht negativen Bilanz führte. 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 fortschreitende 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.

2.1 Winterbilanzmessung am 10. und 11. Mai 1997

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 1996/97 wurden nach Beginn des hydrologischen Jahres durchgeführt. Aufgrund starker Schneefälle um den ersten Mai und große Lawinengefahr mußte die Winterbilanzmessung verschoben werden. An fünf Profilen wurden die Dichte und der Schneetemperaturverlauf gemessen und teilweise auch die Stratigraphie der Schneedecke bestimmt (Tabelle 2.1.1 und 2.1.2). Weiters wurden sieben Profile mit dem snow-sampler (Schnee-Kern-Bohrer) gebohrt und dabei Dichte und Wasserwert bestimmt. Zum Teil sind diese Bohrungen zusätzlich oder ergänzend zu gegrabenen Profilen durchgeführt worden. Wegen der außergewöhnlich großen Schneemengen und der überforderten Studenten wurden weniger Profile als üblich gegraben. Zusätzlich hat eine riesige Lawine Ende April den unteren Gletscherteil mit bis zu zehn Meter Schnee bedeckt, was eine Schachtgrabung, Bohrung oder Sondierung bis zum Vorjahreshorizont

unmöglich machte. Die Anrißlinie der Lawine und die Schüttzone sind aus der Karte der Winterbilanz ersichtlich. Die Lage der Profilstandpunkte wurde mit GPS vermessen und ist somit nicht absolut genau. Ihre Lage ist in der Karte der Winterbilanz zu sehen.

Zusätzlich zu den Messungen in den Schneeschächten wurde der Gletscher mit einem dichten Schneetiefensondierungsnetz (67 Sondierungspunkte) abgedeckt, um die Interpolation der Isolinien der spezifischen Winterbilanz zu verbessern. Die Tiefenwerte und interpolierten Bilanzwerte der Sondierung sind in Tabelle 2.1.3 dargestellt.

Tabelle 2.1.1: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 10. - 11. Mai 1997; Schneeschächte

Profil	Koordinaten			h (cm)	bw (g/cm ²)	Dichte (g/cm ³)	Vorjahres-horizont
	x	y	z				
3	-25125	210785	2550	600	280	470	nicht erreicht
9	-25080	211090	2590	300	117	390	Eis
5	-24915	210910	2625	560	240	430	nicht erreicht
7	-24805	211260	2665	500	205	410	nicht erreicht
Weinflaskenkopf	-24120	210336	2820	380	154	410	Eis
19	-24150	210655	2850	355	160	450	Eis
23	-24000	211340	2925	375	138	395	Eis
Chemie	-23900	211270	2995	532	205	376	Firn

Tabelle 2.1.2: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen Mai 1997; Schneetemperaturen

Pegel	Höhe	Schneetiefe in cm												Mittel
		10	20	30	40	50	60	100	150	200	250	300	350	
Profil 3	2550		-0,7		-0,2		0,0	-0,1	-0,5	-0,7	-2,1	-3,8		-1,0
Profil 9	2590	-1,2	-1,6	-2,6	-0,6	-1,8		0,0	-2,2	-2,4	-0,8	-2,6		-1,6
Profil WFK	2820	-3,0	-4,6	-3,7	-4,4	-2,4		-4,6	-3,6	-5,8	-6,0	-3,9	-3,0	-4,1

Tabelle 2.1.3: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen Mai 1997; Schneetiefensondierung

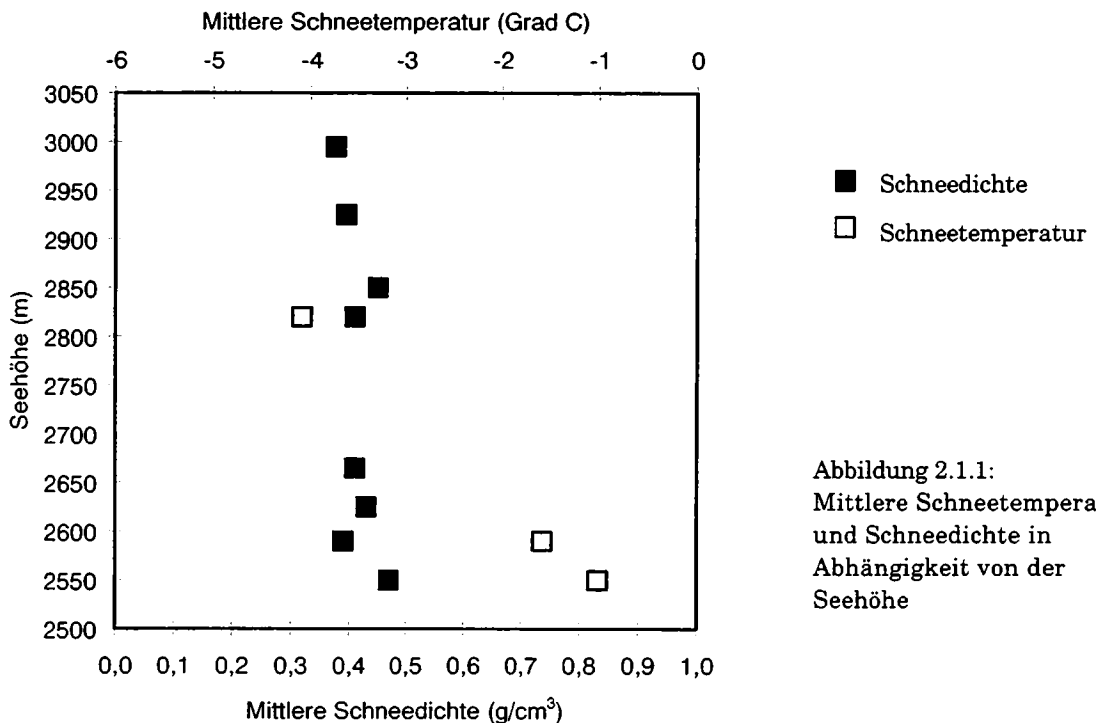
Unterer Teil - Wurtenkees

Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)	Punkt	Tiefe (cm)	Dichte (g/cm ³)	bw (g/cm ²)
1	160	0,40	64	19	460	0,41	189
2	270	0,47	127	20	435	0,40	174
3	600	0,47	282	21	545	0,45	245
4	570	0,47	268	22	760	0,52	395
5	520	0,47	244	23	570	0,45	257
6	420	0,47	197	24	615	0,51	314
7	505	0,39	197	25	580	0,50	290
8	300	0,39	117	26	900	0,56	504
9	250	0,37	93	27	590	0,52	307
10	290	0,39	113	28	225	0,36	81
11	365	0,39	142	29	440	0,38	167
12	470	0,40	188	30	435	0,38	165
13	500	0,41	205	31	740	0,48	355
14	485	0,41	199	32	740	0,48	355
15	505	0,41	207	33	715	0,50	358
16	460	0,43	198	34	750	0,50	375
17	560	0,43	240	35	675	0,49	331
18	425	0,40	170				

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	380	0,41	156	17	435	0,40	174
2	365	0,40	146	18	175	0,35	61
3	460	0,42	193	19	360	0,39	140
4	420	0,42	176	20	355	0,39	138
5	380	0,41	154	21	355	0,39	138
6	470	0,43	202	22	475	0,40	190
7	485	0,43	209	23	365	0,36	131
8	520	0,44	229	24	445	0,37	165
9	475	0,44	209	25	520	0,39	203
10	410	0,45	185	26	520	0,39	203
11	355	0,45	160	27	540	0,38	205
12	340	0,45	153	28	685	0,41	281
13	345	0,41	141	29	795	0,42	334
14	485	0,40	194	30	555	0,40	222
15	360	0,40	144	31	410	0,38	156
16	405	0,40	162	32	425	0,38	162

In der Schneedecke herrschte noch keine Isothermie, Masseverluste durch Abschmelzung sind daher nicht wahrscheinlich. Allerdings wurde nur in drei Schneeprofilen auch die Schneetemperatur gemessen. Die mittlere Schneedichte nimmt mit zunehmender Seehöhe ab (Abbildung 2.1.1).



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.

2.2 Die Messungen im Sommer und Herbst 1997

Die Schneerücklagen wurden am 19. September 1997 durch vier Schneeprofile erfaßt. Sondierungen zur Schneeverteilung wurden nicht gemacht.

Große Schneemengen im Frühjahr und ein kühler und feuchter Juli machten es unmöglich, neue Ablationspegel im Juli zu bohren. Am 21. und 22. Oktober 1997 wurden sieben neue Ablationspegel der O-Serie gebohrt: O1 (35m orographisch links vom alten Pegel N9), O3 (an der Stelle des alten Pegels K5), O5 (M5), O7 (M7), O11 (N11, C20), O13 (L13), und O15 (M15). Die höher gelegenen Pegel werden im Zuge der Winterbilanzmessungen im Mai 1998 nachgebohrt.

Die Ablationspegel aus dem Jahr 1995 wurden am 9.9., 20.9. und 6.10.1997 abgelesen. Die Lage der Pegel, sowie die Abschmelzbeträge bzw. spezifische Massenbilanz für das Haushaltsjahr 1996/97 sind in Tabelle 2.2.1 zusammengefaßt.

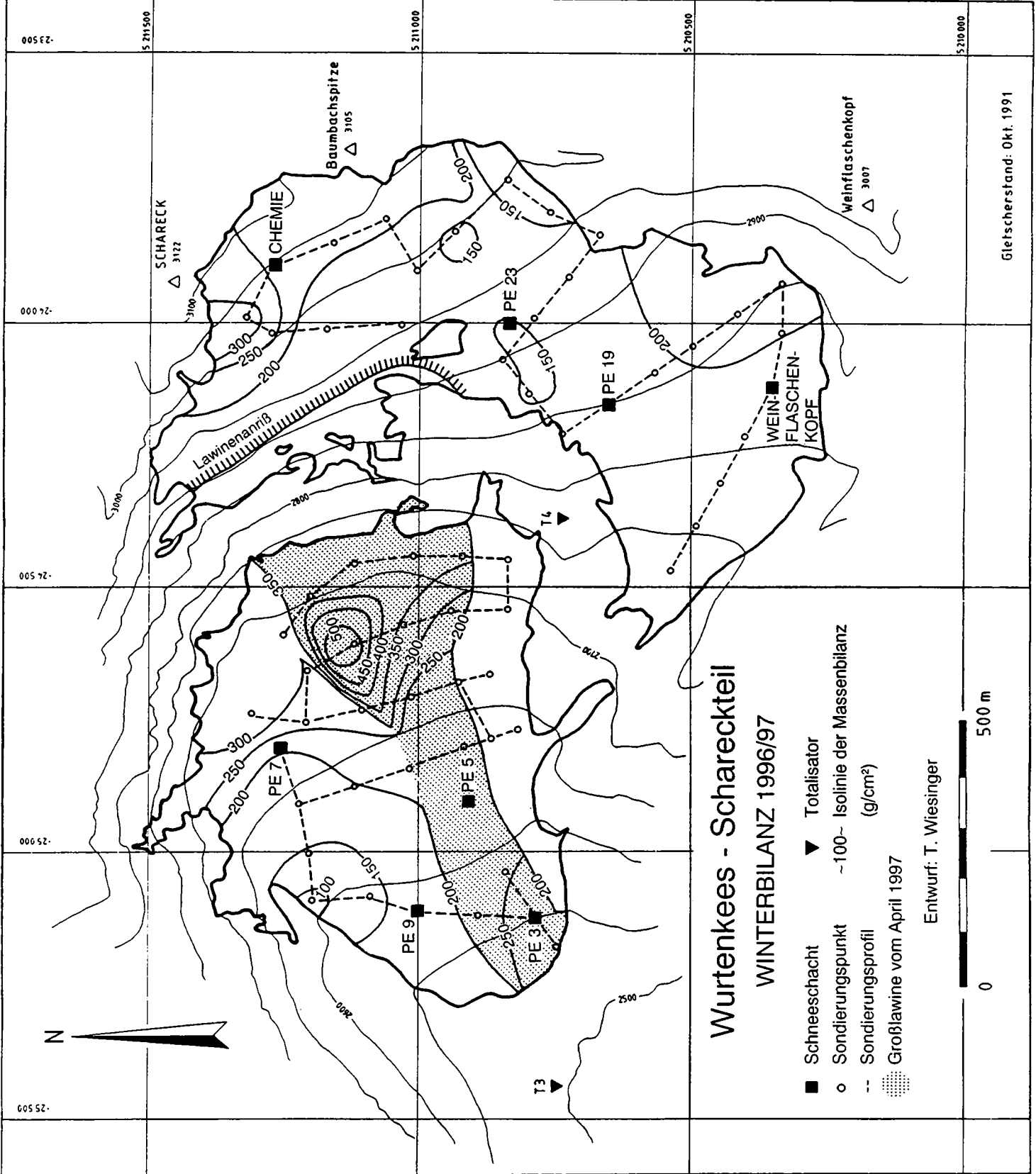
Tabelle 2.2.1: Östliches Wurtentees; Ablationspegel 1996/97

Pegel	Koordinaten			Vermessung	Bohrjahr	Pegelstand (Segment/cm)					Abschmelz-betrag 3.10.96- 1.10.97
	x	y	z			03.10.96	09.09.97	20.09.97	01.10.1997 (geschätzt)	06.10.97	
C20	211010	-26642	2675	20.09.97	1985	20/2-160	20/2-185	20/1-23	20/1-55	20/1-70	-86
H29	211119	-23857	3025	20.09.97	1990	29/2-0	unter Schnee		29/2-40	29/2-50	-36
K5	210982	-24884	2622	25.7.95	1993	5/1-115	5/1-150	5/1-35	5/1-115	5/1-125	
L13	210825	-24550	2686	17.1.95	1994	13/1-100	13/1-120	13/1-125	13/1-135	13/1-145	-32
M3	210834	-25084	2580	20.09.97	1995	3/2-105	3/1-0	3/1-42	3/1-65	3/1-85	-100
M5	210978	-24879	2630	7.7.95	1995	5/2-20	5/2-60	5/2-88	5/2-100	nicht gefunden	-70
M7	211184	-24857	2646	25.7.95	1995	7/2-65	7/2-120	7/1-0	7/1-30	7/1-45	-100
M11	211010	-26642	2675	20.09.97	1995		11/2-105				
M15	210502	-24431	2735	25.7.95	1995	15/2-145	15/1-95				
N3	210834	-25084	2580	20.09.97	1996	3/3-120	3/2-45	3/1-77	3/2-110	3/2-130	-126
N9	210962	-25100	2570	20.09.97	1996	9/2-120	9/4-100	9/4-132	9/4-160	ausgeapert	-300
N11	211010	-26642	2675	20.09.97	1996	11/2-80		11/2-142	11/1-0	nicht gefunden	-63
N15	210502	-24431	2730	20.09.97	1996	15/2-80	15/3-35	15/3-61	15/3-75	15/3-80	-130
N17	210458	-24018	2856	20.09.97	1996	17/3-5	nicht gefunden			zerstört	
N21	210396	-23965	2855	20.09.97	1996	21/3-35	nicht gefunden			zerstört	
N23	210778	-23929	2925	20.09.97	1996	23/3-5				nicht gefunden	
N30	211180	-23943	3002	20.09.97	1996	30/3-110	unter Schnee			unter Schnee	0

3. Auswertung der Bilanzkarten und Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1996/97

Die Karten der Jahresbilanz und der Winterbilanz wurden mit einem Digitizer und Flächenberechnungsprogramm in 50 m Höhenstufen und für je 50 cm Wasseräquivalent ausgemessen und die Flächen der einzelnen Teilzonen bestimmt. Durch die Verkleinerung der Gletscherfläche seit der letzten Neuvermessung 1991 ergeben sich Ungenauigkeiten bei der Berechnung der Bilanzen. Die errechneten Bilanzvolumina werden etwas größer sein als die tatsächlichen. Diese Tatsache kann erst nach der nächsten Gletscherneuvermessung ausgeglichen werden.

Die Bilanz 1996/97 leicht negativ, bei normaler Sommerbilanz und einem sehr schneereichen Winter in der Höhe des Gletschers. In tieferen Lagen, in denen der Winter kürzer ist, war der Winter schneearm, weil viel Niederschlag im Oktober und November 1996 als auch im April 1997 fiel. Da im oberen Gletscherteil kaum Ablationsmessungen zur Verfügung stehen, ist dieser Bereich mit einer größeren Unsicherheit behaftet. Allerdings gibt es



Wurtenkees - Schareckteil

WINTERBILANZ 1996/97

- Schneeschacht ▼ Totalisator
- Sondierungspunkt ~100- Isolinie der Massenbilanz (g/cm²)
- Sondierungsprofil
- ▨ Großlawine vom April 1997

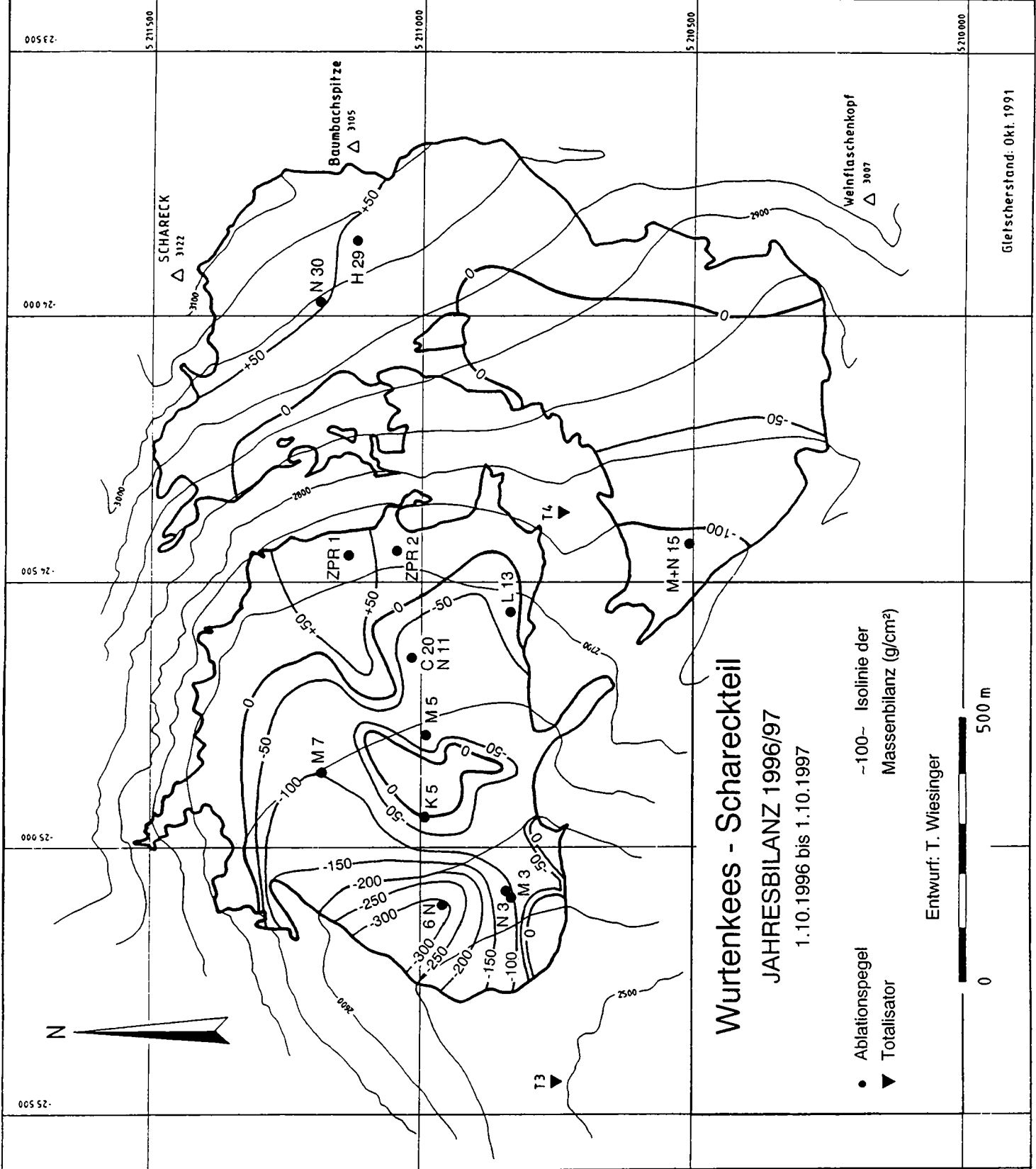
Entwurf: T. Wiesinger



Gletscherstand: Okt. 1991

25 505 25 900 26 500 27 000 23 500

5 211 500 5 211 000 5 210 500 5 210 000



gute Ausaperungsbilder vom 19. September 1997, mit denen die Deposition des Lawinenschnees und die Lage der Firnlinien bestimmt und auf die Karte übertragen werden konnte.

Die räumliche Verteilung der Massenbilanz kann den Karten entnommen werden, die nach Höhenstufen aufgegliederten Werte den Tabellen 3.1, 3.2 und 3.3, bzw. Abbildungen 3.1 und 3.2. Aus Tabelle 3.4 sind die Gesamtergebnisse und die glaziologischen Maßzahlen zu ersehen. Die in Abschnitt 2.1 beschriebene Großlawine vom April 1997 war auch noch im September auf dem unteren Gletscherteil zu sehen und beeinflusst somit die Verteilung der Massenbilanz. Es hat dadurch in diesem Bilanzjahr eine zusätzliche Schneeverfrachtung vom oberen zum unteren Gletscherteil stattgefunden.

Tabelle 3.1: Östliches Wurtenkees; Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1996/97; 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	24.200	51,00	210,7	-233,15	-303,33	-22,4	-92,58
2550-2600	66.600	124,19	186,5	-313,34	-376,97	-126,9	-190,50
2600-2650	137.600	241,63	175,6	-273,37	-246,66	-97,8	-71,06
2650-2700	194.300	507,93	261,4	-290,37	-276,31	-29,0	-14,90
2700-2750	99.000	248,93	251,4	-254,18	-254,20	-2,7	-2,76
2750-2800	59.000	95,23	161,4	-208,80	-241,74	-47,4	-80,34
2800-2850	95.100	146,30	153,8	-188,48	-190,26	-34,6	-36,42
2850-2900	114.000	177,91	156,1	-166,45	-165,18	-10,4	-9,12
2900-2950	91.500	135,85	148,5	-144,13	-143,73	4,3	4,74
2950-3000	95.800	146,60	153,0	-123,58	-122,29	29,4	30,74
3000-3050	74.600	145,84	195,5	-155,60	-142,02	39,9	53,47
3050-3100	35.100	76,86	219,0	-191,10	-139,55	27,9	79,42
3100-3150	6.100	13,30	218,1	-213,21	-138,09	4,9	80,00
gesamt	1.092.900	2111,56		-2376,30		-264,7	

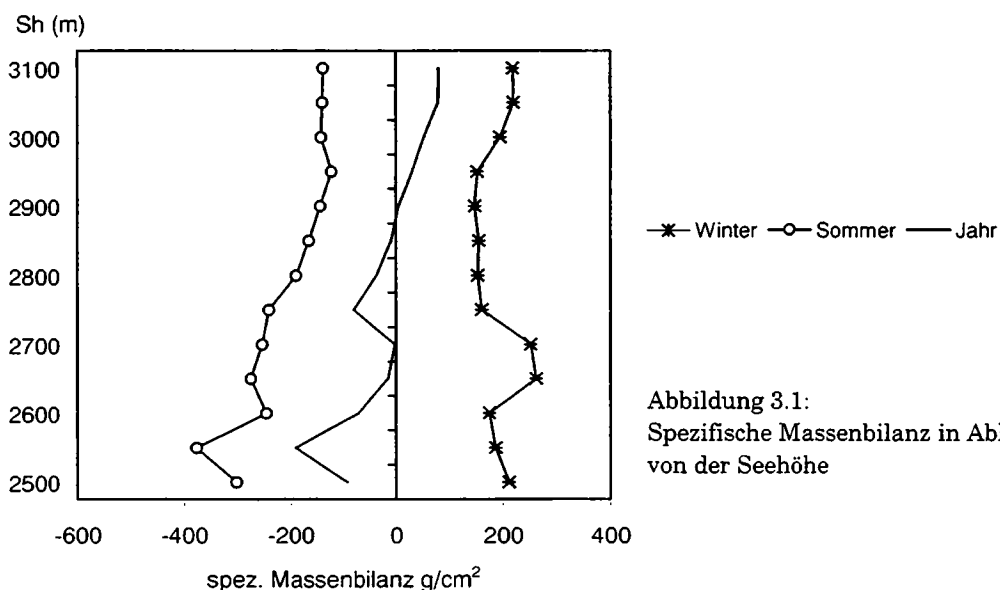


Tabelle 3.2: Winterbilanz 1996/97 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil; spezifische Bilanz in g/cm^2 , Bilanzvolumen in 1000 Tonnen

Höhenstufe	Bilanzvolumen gesamt	Bilanzvolumen unten	Bilanzvolumen oben	spez. Bilanzgesamt	spez. Bilanzunten	spez. Bilanzoben
2500-2550	51,00	51,00		210,7	210,7	
2550-2600	124,19	124,19		186,5	186,5	
2600-2650	241,63	241,63		175,6	175,6	
2650-2700	507,93	507,93		261,4	261,4	
2700-2750	248,93	207,62	41,31	251,4	289,8	156,7
2750-2800	95,23	9,93	85,30	161,4	174,5	160,0
2800-2850	146,30		146,30	153,8		153,8
2850-2900	177,91		177,91	156,1		156,1
2900-2950	135,85		135,85	148,5		148,5
2950-3000	146,60		146,60	153,0		153,0
3000-3050	145,84		145,84	195,5		195,5
3050-3100	76,86		76,86	219,0		219,0
3100-3150	13,30		13,30	218,1		218,1
gesamt	2111,56	1142,28	969,27			

Tabelle 3.3: Jahresbilanz 1996/97 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. Bilanzgesamt	spez. Bilanzunten	spez. Bilanzoben
2500-2550	-22,4	-22,4		-92,6	-92,6	
2550-2600	-126,9	-126,9		-190,5	-190,5	
2600-2650	-97,8	-97,8		-71,1	-71,1	
2650-2700	-29,0	-29,0		-14,9	-14,9	
2700-2750	-2,7	32,7	-35,39	-2,8	45,5	-130,2
2750-2800	-47,4	1,5	-48,94	-80,3	33,2	-90,0
2800-2850	-34,6		-34,63	-36,4		-36,4
2850-2900	-10,4		-10,39	-9,1		-9,1
2900-2950	4,3		4,34	4,7		4,7
2950-3000	29,4		29,45	30,7		30,7
3000-3050	39,9		39,89	53,5		53,5
3050-3100	27,9		27,88	79,4		79,4
3100-3150	4,9		4,88	80,0		80,0
gesamt	-264,7	-241,8	-22,93	-24,2	-48,7	-3,8

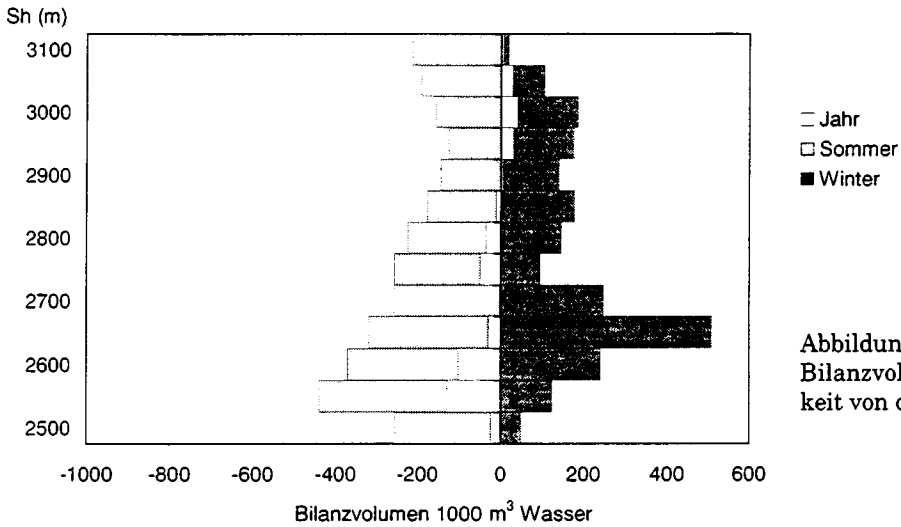


Tabelle 3.4: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 1996/97

	gesamt	unten	oben	Einheit
S (Fläche)	1.092.900	496.845	596.055	m ²
Sc (Akkumulationsfläche)	492.362	181.270	311.091	m ²
Sa (Ablationsfläche)	600.538	317.828	282.711	m ²
Sc/S	0,451	0,365	0,522	
Sc/Sa	0,820	0,570	1,100	
B (Bilanzvolumen)	-264,7	-241,8	-22,9	1000 t
b (spez. Bilanzvolumen)	-24,22	-48,67	-3,85	g/cm ²
Bc (Nettoakkumulation)	220,48	92,20	128,28	1000 t
bc (spez. Nettoakkumulation)	20,17	18,56	21,52	g/cm ²
Ba (Nettoablation)	-485,22	-334,01	-151,21	1000 t
ba (spez. Nettoablation)	-44,40	-67,23	-25,37	g/cm ²
bw (spez. Winterbilanz)	193,20	229,91	162,61	g/cm ²
bs (spez. Sommerbilanz)	-217,42	-278,58	-166,46	g/cm ²
bj (spez. Jahresbilanz)	-24,22	-48,7	-3,8	g/cm ²
bw + lbsl (spez. Totalmassenumsatz)	410,62	508,49	329,07	g/cm ²
bc + lbal (spez. Nettomassenumsatz)	64,57	85,78	46,89	g/cm ²

Tabelle 3.5: Gesamtergebnisse Wurtenkees-Schareckteil für das Haushaltsjahr 1996/97

Bilanzvolumen in 1000 t		spezifische Bilanz g/cm ²	
Winter	2111,0	Winter	193,2
Sommer	-2376,3	Sommer	-217,4
Jahr	-264,7	Jahr	-24,2
Massenumsatz	4487,3		

Danksagung

Die Feldmessungen wurden wieder in Zusammenarbeit zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, dem Institut für Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur Wien und der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG (in eingeschränkter Form), durchgeführt, denen an dieser Stelle herzlich für ihre Unterstützung des Projektes gedankt sei. Folgende Mitarbeiter führten die Feldmessungen auf dem Gletscher durch: Markus Hrachowitz, Martin Hutter, Roland Kaitna, Martin Kober, Helga Kromp-Kolb, Roland Köferle, Stefan Leichtfried, Hartmut Lemmel, Monika Marko, Robert Musil, Wolfgang Schöner, Angelika Sterkl, Thomas Wiesinger.

Literatur

- AUER, I., R. BÖHM, N. HAMMER, W. SCHÖNER, T. WIESINGER und W. WINIWARDER (1995): Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet : Forschungsprogramm Wurtenkees. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 12, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien, 143 pp.
- BÖHM, R. (1984) : 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.
- BÖHM, R. (1983) : Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1982/83. Wetter und Leben 35, 200-229 Wien.
- BÖHM, R., N. HAMMER und J. STROBL (1985): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1983/84. Teil 1 und 2 Wetter und Leben 37, 37-51 und 88-96, Wien.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL (1986): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1984/85. Wetter und Leben 38, 201-221, Wien.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL (1988): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1985/86. Wetter und Leben 40, 43-56, Wien.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL (1988) : Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1986/87. Wetter und Leben 40, 235-251, Wien.
- HAMMER, N. (1992) : Umweltverträglichkeitsprüfung Wurtenkees. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- SCHMITTNER, W. (1996) Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1994/95. 92.-93. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1994-95, 51-59, Wien.
- SCHÖNER, W. (1990) : Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1987/88. Wetter und Leben 42, Wien.
- SCHÖNER, W. (1992) : Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1988/89. 86.-87. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1988-89, 40-51, Wien.
- SCHÖNER, W. (1993) : Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1989/90. 88.-89. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1990-91, 40-51, Wien.
- WIESINGER, T. (1996) Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1994/95. 92.-93. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1994-95, 60-69, Wien.
- WIESINGER, T. (1997) Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1995/96 in diesem Heft, 26-33, Wien.

Anschrift des Verfassers:

Mag. Dr. Thomas Wiesinger
 Eidgen. Inst. f. Schnee- und Lawinenforschung
 Lawinenwarnung und Prävention
 Flüelastraße 11
 CH-7260 Davos-Dorf