

MASSENHAUSHALT WURTENKEES FÜR DAS HAUSHALTSJAHR 1997/98

W. SCHÖNER und H. TOMBERGER, Wien

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschreibt die Messergebnisse der Massenhaushaltsuntersuchungen des Haushaltsjahres 1997/98 auf dem Schareckteil des Wurtenkees im Sonnblickgebiet. Das Haushaltsjahr ist gekennzeichnet durch eine durchschnittliche Winterbilanz und eine sehr negative Jahresbilanz. Während die spezifische Winterbilanz ziemlich genau dem Durchschnitt der Periode 1983 bis 1998 entspricht (99% des Normalwertes) beträgt (negative) Sommerbilanz 123% des Durchschnittswertes. Ein durchschnittlicher Winter und eine überdurchschnittliche Abschmelzung im Sommer führten also zu einer stark negativen Nettomassenbilanz. Die spezifische Jahresbilanz beträgt -1313 kg/m^2 , das ist 62% negativer als der Mittelwert der Periode 1982 bis 1998. Der Massenverlust in diesem Jahr beträgt $1.436.000 \cdot 10^3 \text{ kg}$. Das Wurtenkees weist in den 16 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 1997/98 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. 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. In den letzten Jahren hat sich besonders der oberste Gletscherteil weiter sehr stark zurück gezogen wodurch eine neue Kartenaufnahme wieder notwendig erscheint. Seit dem Haushaltsjahr 1997/98 kommen auf dem Wurtenkees auch Schneekanonen zum Einsatz, deren Einfluss auf die Massenbilanz jedoch vernachlässigbar sein dürfte.

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 5.5. und 7.5. 1998

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 1997/98 wurden vom 5. bis 7. Mai 1998 durchgeführt. An 12 Profilen wurden die Dichte und der Schneetemperaturverlauf gemessen und teilweise auch die Stratigraphie der Schneedecke bestimmt (Tabelle 2.1.1 und 2.1.2). Die Lage der Profilstandpunkte wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geographie der Universität Salzburg mittel GPS (DGPS Postprocessing mit Basis in Salzburg-Stadt) vermessen. Die Lagen sind in der Karte der Winterbilanz zu sehen. Versuche einer Online-DGPS Messung mit dem Korrektursignal der Firma DGPS (Übertragung via Ö1 des ORF) müssen als gescheitert bezeichnet werden.

Zusätzlich zu den Messungen in den Schneeschächten wurde der Gletscher mit einem dichten Schneetiefensondieretz (61 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 1998; Schneeprofile

Profil	Koordinaten			Schnee- höhe (cm)	bw (kg/m ²)	Dichte (kg/m ³)	Vorjahres- horizont
	x	y	z				
Chemie	211235	-23942	3030	386	1552	402	Firn
PE 27*	211050	-23763	3050	250	1112	445	Firn
PE 21	210701	-23987	2905	330	1364	413	Firn
PE 19*	210490	-24120	2815	280	1208	431	Eis
PE 17	210410	-23987	2845	287	1171	408	Eis
PE 15*	210580	-24440	2730	300	1274	425	Eis
LAWI	211219	-24597	2700	500	2086	435	Firn
PE 11	211128	-24701	2670	367	1453	396	Firn
PE 7*	211290	-24860	2670	318	1313	413	Eis
PE 5*	211080	-24820	2650	321	1308	408	Eis
PE 3	210983	-24887	2630	372	1555	418	Eis
PE 1*	211025	-25125	2570	190	743	391	Eis

*keine DGPS Vermessung

Tabelle 2.1.2: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 1998 ; Schneetemperaturen (°C)

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	350	400	450	500	
Chemie	3030	-5.5	-4.2	-3.0	-2.7	-2.8	-2.8	-3.0	-1.8	-2.6	-3.0					-2.73
PE27	2980	-5.2	-5.2	-4.8	-4.8	-3.2	-3.0	-3.3	-3.6	-4.3					-3.48	
PE21	2905															
PE19	2815	-0.8	-1.0	-1.0	-0.8	-1.0	-1.0	-1.5	-2.5	-3.0					-1.80	
PE17	2845	-1.3	-3.3	-2.6	-1.2	-0.6	0.0	-0.1	-0.8	-1.6	-1.8				-0.82	
PE15	2730	-3.1	-3.6	-2.6	-2.2	-2.0	-2.0	-2.4	-2.8	-0.8	-2.5				-2.08	
LAWI	2700	-1.4	-2.4	-2.2	-1.4	-0.6	0.3	0.0	-0.6	-1.0	-2.0	-2.2	-2.8	-2.4	-2.3	-1.36
PE11	2670	-1.9	-2.3	-1.5	-0.8	-0.4	-0.8	-1.8	-1.9	-2.7	-2.9					-1.89
PE7	2670	-1.0	-1.0	-0.8	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	-1.2	-1.6					-0.48
PE5	2650	-0.5	-0.9	-0.3	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-1.0	-1.5						-0.56
PE3	2630	-1.4	-0.8	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-1.0	-1.1	-1.4	-2.2					-1.30
PE1	2570	-1.7	-0.9	-0.4	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.7							-0.35

*oder bis zur maximalen Tiefe des Profils

Tabelle 2.1.3: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 1998; Schneetiefensondierungen

Wurtenkees Oberer Gletscherteil

Punkt	Tiefe (m)	Dichte (kg/m ³)	bw (kg/m ²)	Punkt	Tiefe (m)	Dichte (kg/m ³)	bw (kg/m ²)
1	2.70	430	1161	17	2.85	420	1197
2	3.15	425	1339	18	2.40	420	1008
3	3.60	425	1530	19	1.80	425	765
4	1.80	425	765	20	4.20	405	1701
5	2.55	425	1084	21	3.75	410	1538
6	2.45	420	1029	22	2.90	415	1204
7	2.80	420	1176	23	3.35	420	1407
8	3.20	415	1328	24	3.90	425	1658
9	3.40	415	1411	25	2.50	420	1050
10	3.00	410	1230	26	3.15	420	1323
11	2.85	405	1154	27	2.95	420	1239
12	2.85	405	1154	28	2.90	425	1233
13	2.80	410	1148	29	3.60	430	1548
14	3.20	410	1312	30	3.20	435	1392
15	3.30	415	1370	31	3.10	430	1333
16	3.00	415	1245				

Wurtenkees Unterer Gletscherteil

Punkt	Tiefe (m)	Dichte (kg/m ³)	bw (kg/m ²)	Punkt	Tiefe (m)	Dichte (kg/m ³)	bw (kg/m ²)
1	3.25	415	1349	16	3.35	410	1374
2	4.45	415	1847	17	3.30	410	1353
3	3.70	415	1536	18	2.50	405	1013
4	4.70	415	1951	19	1.90	405	770
5	5.70	415	2366	20	1.90	400	760
6	5.10	415	2117	21	2.90	405	1175
7	5.05	415	2096	22	3.35	410	1374
8	3.70	415	1536	23	4.45	415	1847
9	3.30	415	1370	24	3.15	420	1323
10	3.65	410	1497	25	2.25	415	934
11	3.20	405	1296	26	1.60	410	656
12	3.00	410	1230	27	2.55	405	1033
13	3.20	415	1328	28	2.25	410	923
14	2.50	415	1038	29	3.30	415	1370
15	2.50	410	1025	30	2.30	420	966

In der Schneedecke herrschte bei keinem Profil bereits Isothermie, das heißt, es lag bei allen Profilen die Temperatur im Mittel noch unter 0°C. Masseverluste infolge Abschmelzung können daher ausgeschlossen werden. Die mittlere Schneedichte zeigte so gut wie keine Abhängigkeit von der Seehöhe (Abbildung 2.1.1).

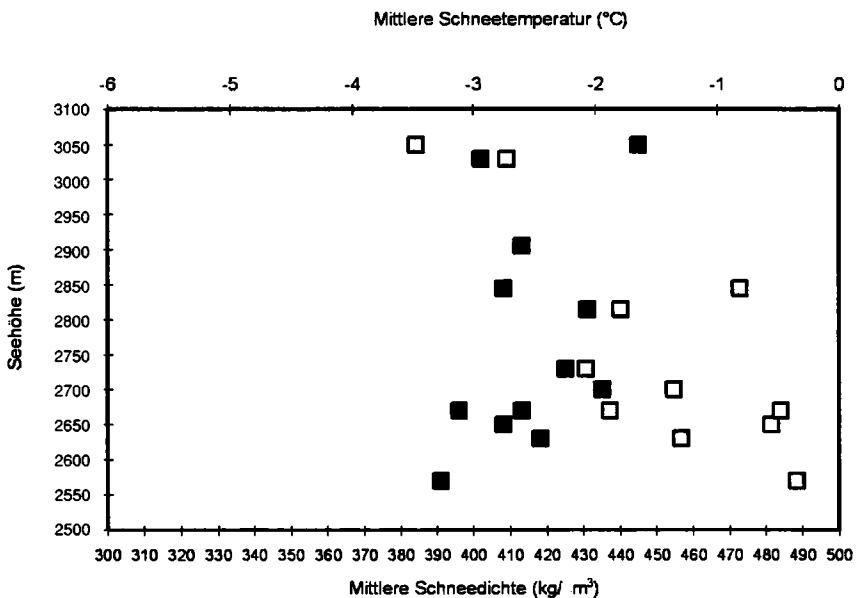


Abbildung 2.1.1: Mittlere Schneetemperatur und Schneedichte in Abhängigkeit von der Seehöhe

- Schneedichte
- Schneetemperatur

Als Fortsetzung der ALPTRAC/SNOSP Messreihe wurden auch dieses Jahr wieder Schneeproben für eine chemische Analyse genommen und am Institut für Analytische Chemie der Technischen Universität Wien hinsichtlich der wichtigsten Ionen analysiert. Die Ergebnisse werden an anderer Stelle publiziert.

2.2 Die Messungen für die Jahresbilanz 1998

Die Ablationspegel wurden im Oktober 1997 beziehungsweise gleichzeitig mit den Feldarbeiten für die Winterbilanz Anfang Mai 1998 gesetzt. Insgesamt wurden zehn neue Ablationspegel gebohrt. Durch die intensive Nutzung des Gletschers durch das Skigebiet ist die Errichtung und Erhaltung von Schnee- und Ablationspegeln schwierig, hat jedoch im Vergleich zu vorangegangenen Jahren wieder besser funktioniert. Es wurden kaum noch Pegel von Pistengeräten zerstört. Die Einmessung der Pegel erfolgte mittels GPS. Ein sehr früher Wintereinbruch erschwerte die Herbstmessungen und es konnten daher auch keine Ausparungsfotos gemacht werden.

Die Verwendung von hellgrauen, UV-stabilen PVC-Rohren hat sich bewährt und wurde beibehalten. Die Einzelabschnitte der Pegel haben eine Länge von 150 cm.

Die Ablationspegel wurden am 6.10.97, 22.10.97, 6.5.98, 4.8.98, 26.8.98 und 29.9.98 abgelesen. Die Lage der Pegel, sowie die Abschmelzbeträge bzw. spezifische Massenbilanz für das Haushaltsjahr 1997/98 sind in Tabelle 2.2.1 zusammengefasst.

Tabelle 2.2.1: Östliches Wurtenskees; Ablationspegel 1997/98

Pegel	Koordinaten			Vermessung am	Bohr- jahr	Datum						Ab- schmelz- betrag (cm) 1.10.97- 30.9.98
	x	y	z			06.10.97	22.10.97	6.5.98	4.8.98	26.8.98	29.9.98	
O1	210970	-25100	2570		1997		3/-98			1/-85	1/-100	302
O3	210980	-24880	2620		1997		4/-100			3/-120	2/-4	204
O5			2630		1997		4/-64		4/-130		3/-124	210
O7	211185	-24800	2650		1997		4/-86		4/-122	3/-90	3/-111	175
N11*	211010	-24642	2675	20.09.97			3/-0				4/-35	185
O11	211010	-24640	2675		1997		3/-48		3/-48	2/-15	2/-52	154
O13	210825	-24550	2685		1997		3/-55		3/-55	2/-8	2/-30?	125
N15	210502	-24431	2735	20.09.97	1996	3/-80			3/-95	4/-120		
O15	210500	-24430	2735		1997		4/-130		3/-25	2/-0		200
O19	210490	-24120	2815	05.05.98	1998			3/-30		2/-56	2/-56	176
N21	210396	-23965	2855	20.09.97	1996					2/-30	2/-70	195
O21	210701	-23987	2905	05.05.98	1998			4/-70		4/-135		
N23	210750	-23818	2945	20.09.97	1996					3/-120		135
O27	211050	-23763	3050	05.05.98	1998			4/-30				
H29	211119	-23857	3025	17.01.95	1990	2/-50					2/-70	20

*Pegel verkehrt im Eis (1=oberster Pegelabschnitt)

3. Auswertung der Bilanzkarten und Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1997/98

Die Karten der Jahresbilanz und der Winterbilanz wurden mit einem Digitizer und Flächenberechnungsprogramm in 50m Höhenstufen 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 kleiner sein als die tatsächlichen. Diese Tatsache kann erst nach der nächsten Gletscherneuvermessung ausgeglichen werden.

So wie in fast allen untersuchten Haushaltsjahren war auch in diesem Jahr die Jahresbilanz negativ (-1313 kg/m^2). Die räumliche Verteilung der Massenbilanz kann den Karten (Seiten 44, 45) entnommen werden, die nach Höhenstufen aufgedgliederten Werte den Tabellen 3.1, 3.2 und 3.3, bzw. Abbildung 3.1 und Abbildung 3.2. Aus Tabelle 3.4 sind die Gesamtergebnisse und die glaziologischen Maßzahlen zu ersehen.

Tabelle 3.1: Östliches Wurtenkees; Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1997/98; spezifische Bilanz in kg/m^2 , Bilanzvolumen in 10^3 kg

Höhenstufe	Fläche (in m^2)	Winterbilanzvolumen	spez. Winterbilanz	Sommerbilanzvolumen	spez. Sommerbilanz	Jahresbilanzvolumen	spez. Jahresbilanz
2500-2550	24.200	25496	1054	-79611	-3290	-54116	-2236
2550-2600	66.600	69866	1049	-224049	-3364	-154183	-2315
2600-2650	137.600	166452	1210	-443963	-3226	-277511	-2017
2650-2700	194.300	300600	1547	-563400	-2900	-262800	-1353
2700-2750	99.000	156166	1577	-237873	-2402	-81707	-825
2750-2800	59.000	72783	1234	-160446	-2720	-87663	-1486
2800-2850	95.100	119614	1258	-272249	-2863	-152636	-1605
2850-2900	114.000	133211	1169	-303426	-2662	-170215	-1493
2900-2950	91.500	109913	1201	-228628	-2499	-118716	-1297
2950-3000	95.800	115832	1209	-179102	-1870	-63270	-660
3000-3050	74.600	100926	1353	-115424	-1547	-14498	-194
3050-3100	35.100	49504	1410	-49427	-1408	78	2
3100-3150	6.100	7113	1166	-5283	-866	1830	300
gesamt	1.092.900	1427475	1306	-2862881	-2620	-1435406	-1313

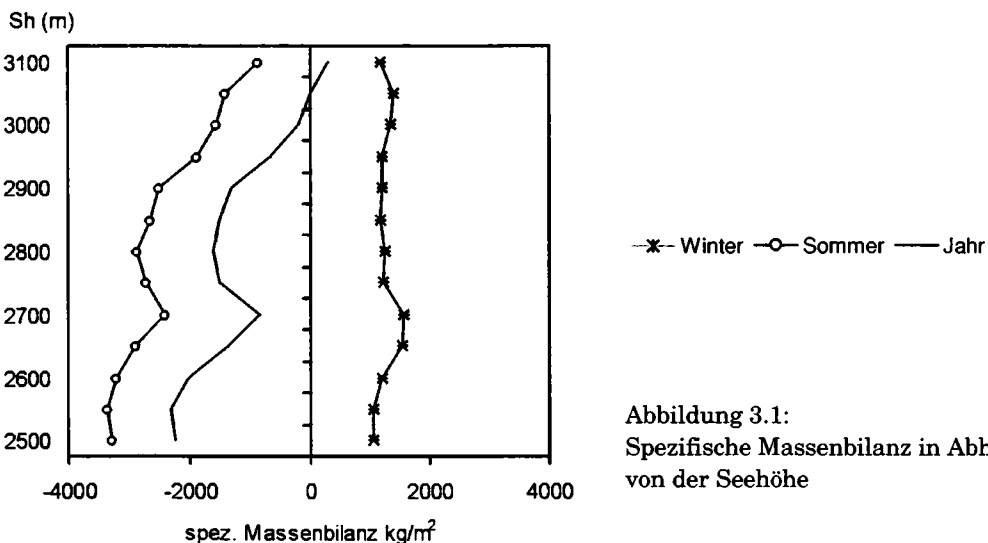


Abbildung 3.1:
Spezifische Massenbilanz in Abhängigkeit von der Seehöhe

Tabelle 3.2: Winterbilanz 1997/98 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil;
spezifische Bilanz in kg/m^2 , Bilanzvolumen in 10^3 kg

Höhenstufe	Bilanz- volumen gesamt	Bilanz- volumen unten	Bilanz- volumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	25496	25496		1054	1054	
2550-2600	69866	69866		1049	1049	
2600-2650	166452	166452		1210	1210	
2650-2700	300600	300600		1547	1547	
2700-2750	156166	25496		1577	1054	
2750-2800	72783	119377	36789	1234	1714	1415
2800-2850	119614	6587	66196	1258	1400	1148
2850-2900	133211		119614	1169		1258
2900-2950	109913		133211	1201		1169
2950-3000	115832		109913	1209		1201
3000-3050	100926		115832	1353		1209
3050-3100	49504		100926	1410		1353
3100-3150	7113		49504	1166		1410
gesamt	1427475	688377	739098	1306	1376	1247

Tabelle 3.3: Jahresbilanz 1997/98 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil
spezifische Bilanz in kg/m^2 , Bilanzvolumen in 10^3 kg

Höhenstufe	Bilanz- volumen gesamt	Bilanz- volumen unten	Bilanz- volumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	-54116	-54116		-2236	-2236	
2550-2600	-154183	-154183		-2315	-2315	
2600-2650	-277511	-277511		-2017	-2017	
2650-2700	-262800	-262800		-1353	-1353	
2700-2750	-81707	-35807	-45900	-825	-497	-1700
2750-2800	-87663	-7713	-79950	-1486	-1353	-1500
2800-2850	-152636		-152636	-1605		-1605
2850-2900	-170215		-170215	-1493		-1493
2900-2950	-118716		-118716	-1297		-1297
2950-3000	-63270		-63270	-660		-660
3000-3050	-14498		-14498	-194		-194
3050-3100	78		78	2		2
3100-3150	1830		1830	300		300
gesamt	-1435406	-792130	-643276	-1313	-1583	-1086

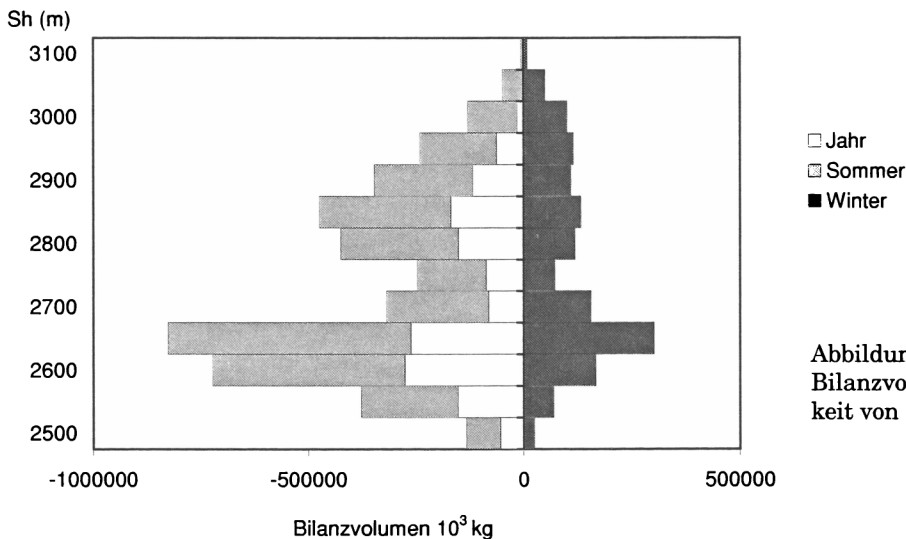
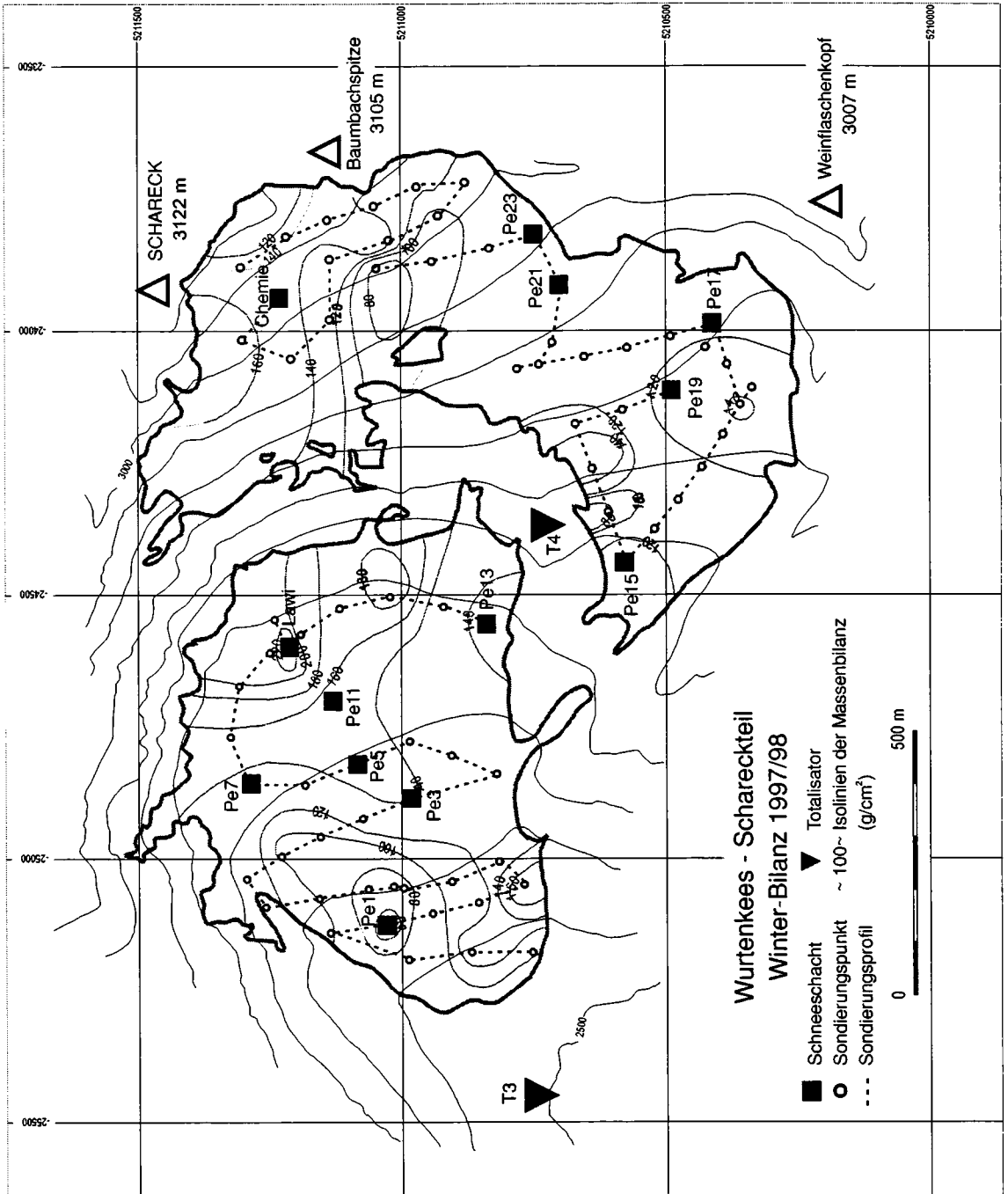


Abbildung 3.2:
Bilanzvolumen in Abhängig-
keit von der Seehöhe



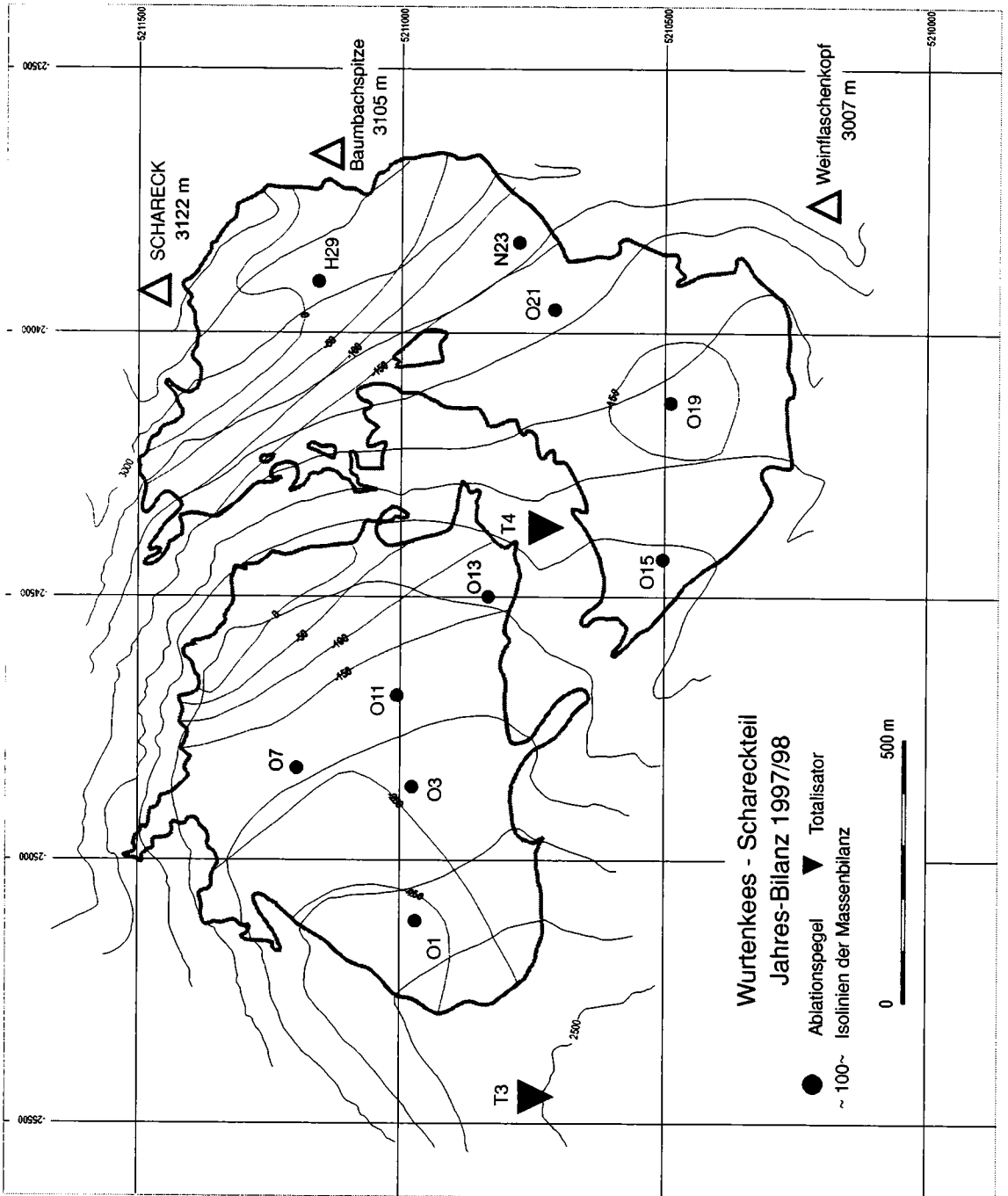


Tabelle 3.4: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 1997/98

	gesamt	unten	oben	Einheit
S (Fläche)	1,092,900.00	500,400.00	592,500.00	m ²
Sc (Akkumulationsfläche)	90,300.00	32,875.00	57,425.00	m ²
Sa (Ablationsfläche)	1,002,600.00	457,525.00	535,075.00	m ²
Sc/S	0.08	0.07	0.10	
Sc/Sa	0.09	0.07	0.11	
B (Bilanzvolumen)	-1,435.60	-792.10	-643.30	10 ⁶ kg
b (spez. Bilanzvolumen)	-1,313.00	-1,583.00	-1,086.00	kg/m ²
Bc (Nettoakkumulation)	18.00	5.70	12.30	10 ⁶ kg
bc (spez. Nettoakkumulation)	17.00	11.00	21.00	kg/m ²
Ba (Nettoablation)	1,453.40	797.80	655.60	10 ⁶ kg
ba (spez. Nettoablation)	-1,330.00	-1,594.00	-1,107.00	kg/m ²
bw (spez. Winterbilanz)	1,305.00	1,376.00	1,247.00	kg/m ²
bs (spez. Sommerbilanz)	-2,618.00	-2,959.00	-2,333.00	kg/m ²
bj (spez. Jahresbilanz)	-1,313.00	-1,583.00	-1,086.00	kg/m ²
bw + lbsl (spez. Totalmassenumsatz)	3,925.00	4,335.00	3,580.00	kg/m ²
bc + lbal (spez. Nettomassenumsatz)	1,347.00	1,605.00	1,128.00	kg/m ²

Tabelle 3.5: Gesamtergebnisse Wurtenkees-Schareckteil für das Haushaltsjahr 1997/98

Bilanzvolumen		spezifische Bilanz	
Winter	1427,	Winter	1305
Sommer	-2863,	Sommer	-2618
Jahr	-1435,	Jahr	-1313
Massenumsatz	4290,		

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, denen an dieser Stelle herzlich für ihre Unterstützung des Projektes gedankt sei. Die GPS-Messungen wurden in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Institut für Geographie der Universität Salzburg (Josef Strobl und Gerald Griesebner) durchgeführt, denen ebenfalls an dieser Stelle gedankt sei. Folgende Mitarbeiter führten die Feldmessungen auf dem Gletscher durch: Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Barbara Chimani, Albert Egger, Florian Eywo, Herbert Formayer, Gerald Glaninger, Stephan Grausam, Peter Gugganig, Hanno Hierzegger, Roman Just, Helga Kromp-Kolb, Wolfgang Schöner, Manfred Spatzierer, Gregori Stanzer, Irene Steinacher, Elisabeth Stix, Paul Winkler, Georg Zacherl.

Literatur

- AUER, I., R. BÖHM, N. HAMMER, W. SCHÖNER, T. WIESINGER und W. WINIWARTER (1995): Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet: Forschungsprogramm Wurtenkees. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 12, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien, 143pp.
- 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. (1998) Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1995/96. 92.-93. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1994-95, 60-69, Wien.
- WIESINGER, T. (1998) Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1996/97. 94.-95. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1994-95, 34-41, Wien.

Kontaktadressen:

Mag. Dr. Wolfgang Schöner
 Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
 Abteilung Klimatologie
 Hohe Warte 38
 A-1190 Wien

Harald Tomberger
 Universität Wien
 Institut für Geographie
 Universitätsstrasse 7
 A-1010 Wien