

MASSENHAUSHALT 2002/2003 DER GLETSCHER IN DER GOLDBERGGRUPPE

B. Hynek und W. Schöner

Zusammenfassung

Dieser Bericht beschreibt die Ergebnisse der Massenhaushaltsmessungen der drei Gletscher Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees (Goldberggruppe, Hohe Tauern) im Haushaltsjahr 2002/2003.

Das Haushaltsjahr ist gekennzeichnet durch eine leicht überdurchschnittliche Winterbilanz und der bisher weitaus negativsten Nettomassenbilanz aller drei Gletscher seit Beginn der Massenhaushaltsmessungen.

Die spezifische Winterbilanz beträgt beim Goldbergkees 1734 kg/m^2 , beim Kleinfleißkees 1614 kg/m^2 und beim Wurtenkees 1732 kg/m^2 . Die spezifische Nettomassenbilanz beträgt beim Goldbergkees -1806 kg/m^2 , beim Kleinfleißkees -1442 kg/m^2 und beim Wurtenkees -2177 kg/m^2 .

Der Gesamtmassenverlust ist somit beim Goldbergkees fast 5 Mal und beim Wurtenkees fast 3 Mal so groß wie im Mittel der letzten 14 Jahre, beim Kleinfleißkees der größte seit Beginn der Messungen 98/99.

1. Einleitung

An dieser Stelle erschienen früher nur die Massenhaushaltsberichte des seit 1982/83 gemessenen Wurtenkeeses. Seit dem Haushaltjahr 86/87 wird auch die Winterbilanz und seit 88/89 die Nettomassenbilanz des Goldbergkeeses gemessen und seit 98/99 auch Winter- und Nettomassenbilanz des Kleinfleißkeeses. Nun umfasst dieser Bericht zum zweiten Mal alle drei Gletscher.

Alle Massenhaushaltsuntersuchungen vom Wurtenkees von 82/83 bis 87/88 wurden in der Zeitschrift „Wetter und Leben“ und seit 88/89 im „Jahresbericht des Sonnblickvereines“ veröffentlicht. Die bisherigen Ergebnisse von Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees werden demnächst in der Reihe „Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik“ veröffentlicht.

Die Messungen des Massenhaushaltes erfolgten mit der direkten glaziologischen Methode (Kaser et al, 2003). Die Nettomassenbilanz und die Winterbilanz wurde mit der Software ArcGis auf der Kartengrundlage eines Orthofotos vom August 1998 (Auer et al., 2002) und dem zugehörigen digitalen Geländemodell berechnet. Am Kleinfleißkees verringerte sich die Gletscherfläche nach dem Eissturz vom 8.9.2002 (siehe Massenhaushaltsbericht 2001/2002 und Längenmessungen) um ca. 5%.

Die Änderung der Gletscherfläche durch den Rückzug an der Zunge seit 1998 ist damit noch nicht berücksichtigt und muss bei Vorliegen einer neuen Kartengrundlage interpoliert werden. Darauf aufbauend muss eine Korrektur der Massenbilanz durchgeführt werden.

2.1 Winterbilanzmessungen von 23. bis 30.4. 2003

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 02/03 wurden vom 23. bis 30. April 2003 durchgeführt. Zur Bestimmung der winterlichen Schneeakkumulation wurden in Summe auf allen drei Gletschern 26 Schneeprofile gegraben. Dabei wurden die Schneedichte und Schneetemperatur in den einzelnen Schichten sowie der Schneedeckenaufbau ermittelt. Die Messwerte aus den Schneeprofilen sind in den Tabellen 2.1.1 bis 2.1.3, die Schneetemperaturen in den Tabellen 2.1.4 bis 2.1.6 dargestellt. Um eine genauere Information über die räumliche Verteilung der Schneedecke zu erhalten, wurde auf allen drei Gletschern im Abstand von ca. 100 m die Schneehöhe sondiert, und in den Tabellen 2.1.7 bis 2.1.9 dargestellt. Die Koordinaten der Schneeprofile und der Sondierungspunkte wurden mit GPS bestimmt und können aus den Winterbilanzkarten am Ende dieses Berichtes ersehen werden. Dort ist auch die Lage der permanenten Schneepegel aus dem Messnetz der ZAMG und der Kelag ersichtlich.

Tabelle 2.1.1: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österreich. BMN)		Seehöhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]	Vorjahres-horizont
		x	y					
Liesstang	24.4.03	421709	212670	3024	420	400	1681	Firn
Gipfel Mitte	25.4.03	421581	212541	2979	413	391	1616	Eis
Steilhang	24.4.03	421383	212180	2878	441	398	1756	Eis
OB Bockp	25.4.03	421773	211806	2668	337	383	1291	Eis
OB SP	25.4.03	422078	212067	2650	347	408	1417	Eis
OB Mitte	25.4.03	422178	211673	2684	455	410	1864	Eis
OB Bruch	25.4.03	422492	211483	2641	440	412	1814	Eis
Zunge Mitte	25.4.03	423002	211693	2434	485	431	2090	Eis

Tabelle 2.1.2: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österreich. BMN)		Seehöhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]	Vorjahres-horizont
		x	y					
SP Oben	23.4.03	421124	212559	2946	375	405	1521	Eis
SP Unten	23.4.03	420902	212504	2879	440	405	1782	Eis
Pilatus	23.4.03	420984	212909	2901	395	386	1525	Eis
FLK Mitte	23.4.03	420610	212653	2830	414	428	1772	Eis
Zunge	23.4.03	420427	212932	2817	373	405	1511	Eis

Tabelle 2.1.3: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österreich. BMN)		Seehöhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m ³]	Wasserwert [kg/m ²]	Vorjahres-horizont
		x	y					
Chemie	29.4.03	426129	211337	3076	375	372	1396	Firn
Pegel 29	29.4.03	426024	210929	2942	387	412 *	1595	Eis
Profil 23	29.4.03	426261	210815	2987	355	403 *	1431	Eis
Weinflaschenkopf	29.4.03	425959	210330	2833	316	458	1447	Eis
Profil 15	29.4.03	425809	210477	2811	338	447	1510	Eis
Profil 17	29.4.03	426045	210714	2909	340	480	1633	Eis
Eissee	29.4.03	425771	210286	2797	412	483	1991	Eis
Lawi	30.4.03	425487	211180	2696	470	520	2446	Eis
Profil 7	30.4.03	425121	211263	2645	365	469	1712	Eis
Pegel 5	30.4.03	425246	210980	2640	328	460	1509	Eis
Pegel 3	30.4.03	425044	210954	2607	330	447	1474	Eis
orogre unten	30.4.03	424828	211081	2563	273	489	1336	Fels
Pegel 1	30.4.03	424842	210967	2551	327	455	1487	Eis

* Dichtewerte systematisch zu gering, Messwerte wurden für die Berechnung der Massenbilanz nicht berücksichtigt

Tabelle 2.1.4: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetemperaturen (°C)

Profil	Datum	Höhe	Schneetiefe in cm																	Mittel 50-250*		
			10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350		375	400
Liesstang	24.4.03	3024	-3,9	-3,6	-3,6	-3,8	-4,1	-4,8	-5,3	-5,5	-5,4	-5,2	-4,6	-4,4	-4,2	-4,0	-3,7	-3,5	-3,1	-2,9	-2,6	-4,7
Gipfel Mitt	25.4.03	2979	-6,3	-5,2	-4,7	-4,3	-4,4	-4,6	-5,0		-5,4		-5,2		-4,5		-4,2		-3,7		-3,1	-4,9
OB SP	25.4.03	2650	-1,4	-1,5	-1,2	-1,0	-1,1	-1,4	-2,0	-2,5	-2,9	-3,2	-3,3	-3,1	-2,9	-2,7	-2,5	-2,3				-2,4
OB Mitte	25.4.03	2684	-1,0	-2,7	-3,2	-3,8	-4,3	-5,1	-5,5	-5,7	-5,7	-5,5	-5,3	-4,8	-4,6	-4,2	-3,9	-3,7				-5,1
OB Bruch	25.4.03	2641	-2,4	-2,7	-3,1	-3,4	-3,6	-4,3	-5,0	-5,2	-5,2	-5,1	-4,8	-4,5	-3,6	-3,4	-3,1	-3,0				-4,4
Zunge Mitt	25.4.03	2434	-1,3	-2,2	-2,4	-2,7	-2,9	-3,5	-3,8	-3,7	-4,3	-4,2	-4,1		-3,2		-2,8					-3,7

Tabelle 2.1.5: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetemperaturen (°C)

Profil	Datum	Höhe	Schneetiefe in cm																	Mittel 50-250*		
			10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350		375	400
SP Ob	23.4.03	2946	-4,0	-4,3	-4,5	-4,7	-5,1	-5,5	-5,7		-5,3		-4,6		-3,9		-3,9		-3,4	-2,7		-4,9
SP Unt	23.4.03	2879	-0,5	-2,6	-4,0	-5,3	-5,9	-6,5	-6,9		-7,1		-6,3		-5,8		-5,2		-4,8		-3,6	-6,4
Pilatus	23.4.03	2901	-2,7	-2,9	-3,7	-3,9	-4,2	-4,7	-5,1	-5,2	-5,2	-5,0		-4,8	-4,4	-4,2	-3,9	-3,5	-3,3		-2,7	-4,7
Flk Mitt	23.4.03	2830	-1,7	-2,7	-4,4	-4,9	-5,2	-6,1	-6,4	-6,2	-3,5		-2,9		-2,6		-2,1		-1,7		-0,4	-4,1
Zunge	23.4.03	2817	-0,3	-1,4	-2,5	-3,3	-4,0	-4,8	-5,0	-5,3	-5,3	-5,2	-4,8	-4,6	-4,3	-4,0	-3,8	-3,4	-3,0	-2,8		-4,7

Tabelle 2.1.6: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetemperaturen (°C)

Profil	Datum	Höhe	Schneetiefe in cm																	Mittel 50-250*		
			10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350		375	400
Chemie	29.4.03	3076	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	0,0	-0,7	-0,9	-1,1	-1,3	-1,5	-1,4		-0,2
Profil 15	29.4.03	2811	0,0	0,0	0,0	-0,6	-2,2		-3,2		-5,2											
Profil 17	29.4.03	2909	0,0	0,0	0,0	-0,6	-2,2		-3,2		-5,2											
Eissee	29.4.03	2797	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,6		-3,0		-3,8											
Profil 7	30.4.03	2645	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0		-0,4		-0,1		-0,9		-1,0			-0,1
Pegel 5	30.4.03	2640	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-0,5		-2,3		-1,8		-0,6		-0,7					-1,0
Pegel 3	30.4.03	2607	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-0,3													
Oro re unt	30.4.03	2563	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-0,1		-0,1				-0,9							-0,2
Pegel 1	30.4.03	2551													-0,3							-0,3

* Mittelwert der Messwerte aus 50, 100, 150, 200 und 250 cm.

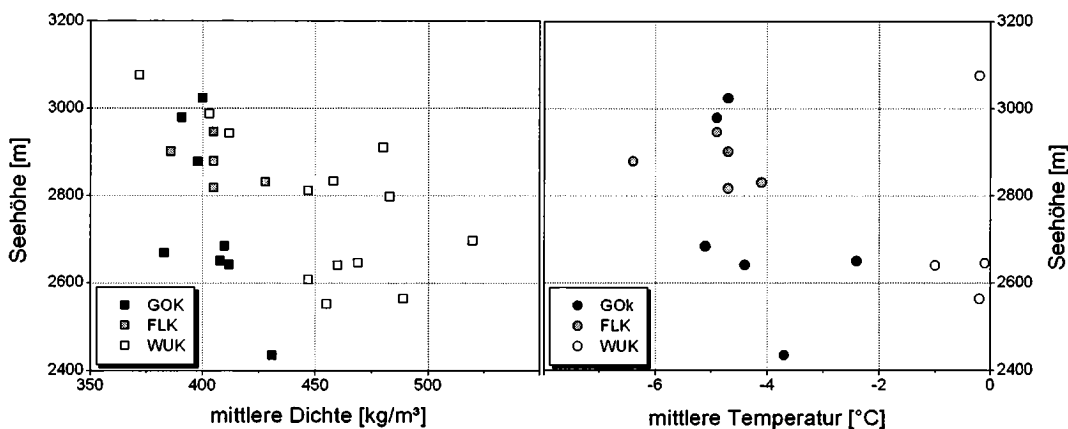


Abbildung 2.1.1: Goldbergkees (GOK), Kleinfleißkees (FLK) und Wurtenkees (WUK), mittlere Schneedichte und -temperatur in Abhängigkeit der Seehöhe

Die Schneetemperaturen waren durchwegs unter 0°C, nur am Wurtenkeeses war die Schneedecke bereits teilweise durchgefuehrt.

Aus Abbildung 2.1.1 ist eine Abnahme der mittleren Schneedichte mit der Seehöhe erkennbar. Die durchwegs höheren Schneedichten am Wurtenkees ergeben sich durch die stärkere Durchfeuchtung der Schneedecke (auch durch den späteren Zeitpunkt der Messungen bedingt) und durch die Pistenpräparierungsarbeiten im Schigebiet.

Als Fortsetzung der ALPTRAC/SNOSP Messreihe (Winiwarter et al, 1998) wurden auch dieses Jahr Schneeproben für eine chemische Analyse genommen und am Institut für Analytische Chemie der Technischen Universität Wien hinsichtlich der wichtigsten Ionen analysiert. Die Probenahme erfolgte in den Profilen Lieslstang am Goldbergkees und Chemie am Wurtenkees. Die Ergebnisse werden an anderer Stelle publiziert.

Tabelle 2.1.7: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]
1	4,40	13	2,40	25	3,95	37	4,40	49	4,50	61	2,80	73	4,95	85	4,10
2	5,85	14	2,45	26	3,40	38	2,55	50	4,50	62	3,05	74	5,60	86	4,40
3	3,65	15	2,35	27	3,10	39	3,00	51	4,50	63	3,30	75	4,70	87	5,40
4	3,50	16	4,20	28	3,20	40	4,60	52	4,80	64	4,00	76	5,00	88	5,40
5	4,60	17	4,65	29	4,15	41	4,20	53	4,80	65	4,40	77	4,50	89	4,75
6	5,40	18	5,30	30	4,55	42	5,60	54	5,25	66	4,20	78	4,35	90	4,60
7	4,60	19	5,65	31	3,85	43	5,60	55	4,65	67	4,50	79	4,85	91	4,65
8	4,65	20	5,30	32	4,30	44	5,40	56	3,55	68	4,70	80	4,90	92	4,05
9	4,15	21	5,80	33	3,75	45	3,90	57	3,50	69	4,80	81	4,70	93	5,25
10	4,35	22	5,00	34	4,30	46	4,90	58	3,65	70	5,20	82	3,35	94	5,15
11	4,05	23	5,15	35	3,55	47	4,80	59	3,40	71	4,65	83	3,85	95	4,75
12	3,15	24	4,60	36	4,50	48	4,45	60	3,40	72	4,45	84	2,40	96	4,40

Tabelle 2.1.8: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]
1	3,60	9	4,15	17	3,50	25	4,65	33	3,70	41	6,15	49	4,75	57	3,40
2	2,95	10	3,50	18	3,80	26	4,90	34	3,95	42	5,40	50	5,75	58	3,85
3	4,20	11	4,80	19	3,65	27	4,30	35	4,50	43	5,45	51	6,30	59	3,80
4	3,90	12	3,75	20	3,10	28	4,40	36	3,90	44	5,00	52	4,35	60	3,70
5	2,95	13	3,65	21	3,55	29	3,90	37	3,90	45	5,15	53	4,15	61	4,70
6	2,50	14	3,65	22	3,60	30	3,55	38	4,65	46	5,40	54	2,50	62	4,15
7	3,45	15	3,50	23	4,00	31	4,00	39	4,90	47	5,60	55	3,00	63	3,30
8	3,25	16	3,60	24	4,50	32	4,30	40	5,75	48	5,10	56	3,00	64	2,80

Tabelle 2.1.9: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]	Punkt	Tiefe [m]
1	3,65	13	3,85	25	1,00	37	2,10	49	1,65	61	4,00	73	4,10	85	4,50
2	4,75	14	3,65	26	2,90	38	3,00	50	3,60	62	3,85	74	6,15	86	4,10
3	4,50	15	3,45	27	3,60	39	2,70	51	1,70	63	3,85	75	3,60	87	3,95
4	5,10	16	4,10	28	4,10	40	3,00	52	3,55	64	3,50	76	3,55	88	3,00
5	3,20	17	5,05	29	4,20	41	3,80	53	3,55	65	3,65	77	3,50	89	3,00
6	4,10	18	5,20	30	3,50	42	3,85	54	3,55	66	3,80	78	3,50	90	3,45
7	3,50	19	3,50	31	3,30	43	3,25	55	5,20	67	3,45	79	3,40	91	3,00
8	3,25	20	3,25	32	3,25	44	3,00	56	4,70	68	3,45	80	3,05	92	3,10
9	3,20	21	4,00	33	3,40	45	3,00	57	7,00	69	3,65	81	3,85	93	3,85
10	3,00	22	3,50	34	2,10	46	3,30	58	4,90	70	3,40	82	3,40	94	3,05
11	3,15	23	3,10	35	3,75	47	3,40	59	7,00	71	3,95	83	3,00	95	2,30
12	3,10	24	3,85	36	3,70	48	4,50	60	4,20	72	3,70	84	3,15	96	2,75

2.2 Messungen für die Jahresbilanz 2002/2003

Es sind auf allen drei Gletschern graue Ablationspegel aus Kunststoff mit 150 cm-Segmenten in Verwendung, die mehrere Male während der Ablationsperiode abgelesen wurden. Die Zeitpunkte der Ablesung und die Abschmelzbeträge der einzelnen Pegel sind aus den Tabellen 2.2.1 – 2.2.3 ersichtlich.

Wie in den Karten für die Jahresbilanz ersichtlich ist, waren das Kleinfleißkees, das obere Goldbergkees und das untere Wurtenkees völlig schneefrei, nur am unteren Goldbergkees und im Gipfelbereich des Scharecks am Wurtenkees hielten sich spärliche Schneereste. Im Sommer 2003 konnten durch die starke Ausaperung an allen drei

Gletschern insgesamt 28 Ablationspegel von ca. 6m Tiefe gebohrt werden, auch an Stellen, die in einem durchschnittlichen Haushaltsjahr nicht schneefrei werden. Schneefall am 29. und 30. September beendete im Wesentlichen die Abschmelzperiode 2003. Der Massenzuwachs durch diesen Neuschnee wird dem Haushaltsjahr 02/03 zugerechnet (fixed date system), weshalb die Nulllinie der Massenbilanz (Rot-Blau-Grenze in den Karten) nicht mit der Linie der maximalen Ausaperung übereinstimmt.

Tabelle 2.2.1: Goldbergkees, Ablationspegel 02/03

Pegel	Bohr jahr	Koordinaten		Höhe	Pegelablesungen [cm im Eis]										Ablation 2003 [cm Eis]	Ablation 2003 [mm WW]		
		x	y		23.8 02	4.9 02	1.10 02 *	9.7 03	17.7 03	21.7 03	26.7 03	6.8 03	12.8 03	27.8 03			2.10 03	
99/1	1999	421560	212730	3050		250	230					220	197		68	45	-185	-1665
G03/12	2003	421560	212730	3050											600			
92/1	1992	421740	212605	3030											69	52		
96/1	1996	421783	212657	3020		445	420								385	242		
noname	?	421809	212505	2950											59	27		
G03/3	2003	421580	212431	2940											609	475	461	
G03/1	2003	421380	212365	2930											615	497	482	
G03/2	2003	421385	212174	2880											610	477	458	
95/1	1995	421355	212285	2920		230	195			195					80			
94/2	1994	421360	212275	2910		90	65			65								
02-5	2002	422275	211825	2660		490	440			375		270	230	150	130		-310	-2790
02-7	2002	422130	211805	2675		500	450			370			235	150				
G00-6	2000	421980	211940	2656		120	70											
02-8	2002	421980	211940	2656		520	470			380			246	183				
G00-5	2000	422512	211497	2640		100	45											
02-6	2002	422512	211497	2640		470	415			370			200	107	91		-324	-2916
G03/11	2003	422512	211497	2640											600			
G03/8	2003	422097	211418	2705											609	519	506	
G03/7	2003	421701	211883	2676											552	468		
G03/4	2003	422079	211970	2655											620	577	513	485
Strahist	2003	422132	211638	2690											240	163	145	
02/1	2002	423015	211838	2395	475		390	390	340	300		170	125	42				
G00/1	2000	423015	211838	2395	53													
G03/5	2003	423015	211838	2395											554	510	416	272
02/4	2002	422890	211835	2432	516		445			375					233	163	130	-315
02/2	2002	422899	211720	2415	515		435	400		320					165	77	44	-391
G00/4	2000	422899	211720	2415	155			95										
G03/9	2003	422899	211720	2415													610	585
EBS P1	2003	422930	211666	2430											386	318	271	186
EBS P2	2003	422930	211666	2430											398	323	275	190
EBS P3	2003	422930	211666	2430											389	321	274	191
02/3	2002	423200	211650	2420	497		425			357					270	210	135	110
G03/10	2003	423200	211650	2420													609	593
G00/3	2000	423200	211650	2420	188		115			150	60							

Tabelle 2.2.2: Kleinfleißkees, Ablationspegel 02/03

Pegel	Bohr jahr	Koordinaten		Seehöhe	Pegelablesungen [cm im Eis]					Ablation 03 [cm Eis]	Ablation 03 [mm WW]
		x	y		5.9.02	1.10.02 *	21.7.03	28.8.03	3.10.03		
S11	2002	421119	212806	2962		480	480	279	270	-210	-1890
99/8	1999	420860	212475	2875		405		367	364	-41	-369
F03/4	2003	420750	213013	2874				617			
02/10	2002	420570	212985	2852	410	410		262	250	-160	-1440
F03/3	2003	420468	212940	2830				614			
99/7	1999	420647	212691	2845				215			
F03/2	2003	420305	212850	2780				610			
F00/1	2000	420305	212850	2780	370	300	250	23		-300	-2700
99/4	1999	420305	212850	2780	60						
02/11	2002	420455	212735	2813	530	460	410	224	197	-263	-2367
S13	2002	420525	212585	2825	540	485	445	233	194	-291	-2619
99/6	1999	420525	212585	2825	100	40					
F00/3	2000	420505	212420	2815	360	300	260	30		-300	-2700
F03/1	2003	420505	212420	2815				648			

Tabelle 2.2.3: Wurtenkees, Ablationspegel 02/03

Pegel	Bohr jahr	Koordinaten		Höhe	Pegelablesungen [cm im Eis]								Ablation 2003 [cm Eis]	Ablation 2003 [mm WW]
		x	y		2.9 02	1.10 02 *	10/11.6 03	1.7 03	4.8 03	8.9 03	19.9 03	3.10 03		
S1	2001-08	424885	210906	2569	135	100								
T1	2003-06	424838	210960	2548		500	500	440	250	40	29			
S2	2001-08	424984	210955	2604	150	150		65						
T2	2003-06	424955	211003	2598		555	555	460	270	80	59	45	-510	-4590
O3	1998-09	425104	210971	2623							614	585		
P3	1999-10	425104	210971	2623	85	25		5						
T3	2003-06	425048	210959	2613		470	470	450	280	90	81	70	-400	-3600
O5	1998-09	425203	210980	2647							622			
P5	1999-10	425203	210980	2647	35	25		0						
T5	2003-06	425218	210976	2638		450	450	430	260	80	60	50	-400	-3600
O7	1998-09	425137	211179	2640							616	598		
P7	1999-10	425137	211179	2640	60	50		30						
T7	2003-06	425118	211237	2652		410	410	400	230	50	28	20	-390	-3510
N11	1996	423358	211010	2675							640			
P11	1999-10	425336	211008	2671	260	220		211	100					
T11	2003-06	425352	211007	2668		415	415	350	290	110	103	110	-305	-2745
O13	1998-09	425450	210825	2686							600	595		
R17	2000-06	425958	210463	2864	160	150								
T17	2003-06	425910	210374	2836		420	420		310	150		145	-275	-2475
R19	2000-06	425869	210315	2834	55	55								
O21	1996	425979	210671	2897	230	220			130					
R21	2000-06	425979	210671	2897	205	200			110					
T21	2003-06	426029	210696	2915		410	410		320					
N23	1996	426177	210746	2962	125	110			40					
R23	2000-06	426177	210746	2962	285	255			195	30		30	-225	-2025
R25	2000-06	426084	210778	2945	260	235			165					
T25	2003-06	426108	210783	2953		380	380		320	160		160	-220	-1980
O27	1998	426239	210812	2993	110	130			90					
R27	2000-06	426239	210812	2993					130					
T27	2003-06	426208	210783	3024		400	400		360	175		175	-225	-2025
R29	2000-06	426197	210890	2999		320			280	115		115	-205	-1845
T29	2003-06	426215	211056	3051		330	330							

* die Pegelstände am 1. 10. 2002 sind keine Messwerte, sondern interpolierte Werte.

3. Ergebnisse für das Haushaltsjahr 2002/2003

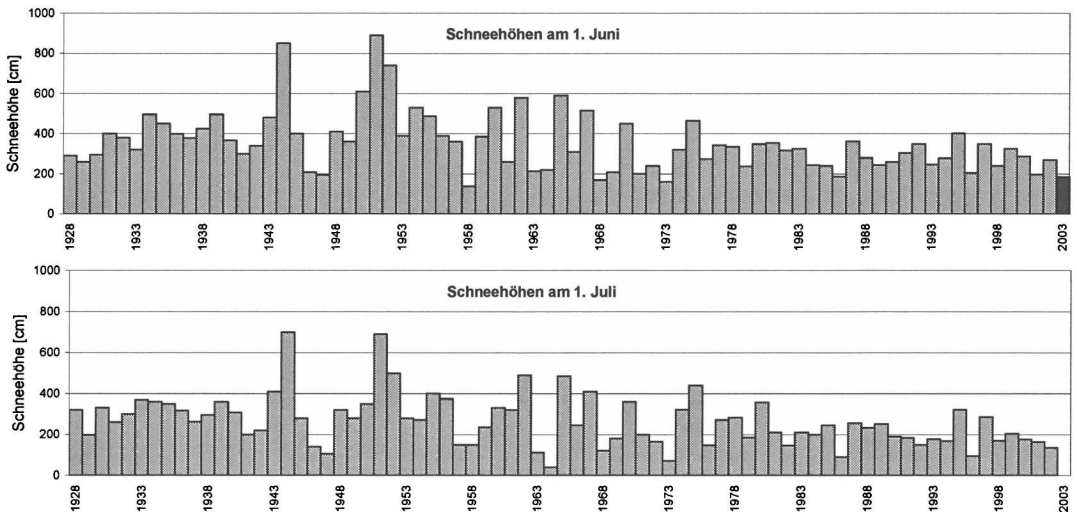


Abbildung 3.1: Zeitreihen der Schneehöhe vom Schneepegel PG2 am oberen Goldbergkees.

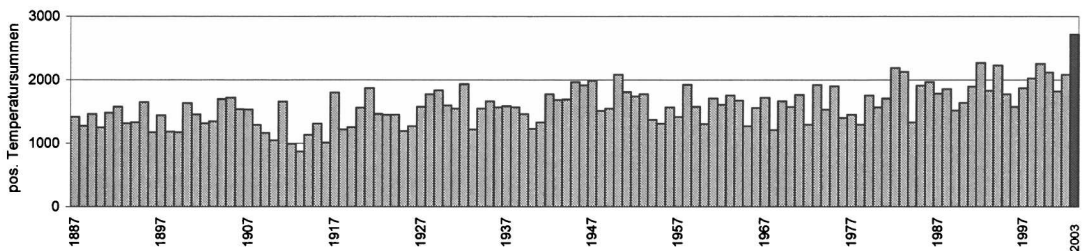


Abbildung 3.2: Zeitreihe der positiven Temperatursummen der Ablationsperiode auf der Höhe von 2500 m.

Die Werte aus den Punktmessungen der Schneeprofile, Sondierungspunkte und Ablationspegel sowie der Linieninformation der Ausaperungskartierung wurden mit der Software ArcGis auf die Gletscherfläche interpoliert (spline interpolation) und aufsummiert. Die dabei erhaltenen spezifischen Bilanzen und Bilanzvolumina sind in den Tabellen 3.1 – 3.7 sowohl nach Höhenstufen als auch nach Gletscherteilen getrennt aufgelistet.

Anhand der Darstellung der spezifischen Massenbilanzen in Abhängigkeit der Seehöhe in den Abbildungen 3.3 – 3.8 erkennt man wesentliche Unterschiede der drei Gletscher. Wechselnde Exposition und Steilstufen im Gletscherverlauf und die damit bedingte Abschattung und Schneeverfrachtung führen zu unterschiedlicher Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanz. Multipliziert man die spezifische Massenbilanz pro Höhenstufe mit der tatsächlichen Gletscherfläche in dieser Höhenstufe, so erhält man den absoluten Massenverlust pro Höhenstufe, dargestellt in den Abbildungen 3.4 – 3.6.

Die wichtigsten glaziologischen Maßzahlen für das Haushaltsjahr 02/03 sind in der Tabelle 3.8 zusammengefasst.

Tabelle 3.1: Goldbergkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 02/03

Höhenstufe [m]	Fläche [m ²]	Winterbilanz- volumen [10 ³ kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m ²]	Sommerbilanz- volumen [10 ³ kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m ²]	Jahresbilanz- volumen [10 ³ kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m ²]
2350 - 2400	32762	58958	1800	-174197	-5317	-115238	-3517
2400 - 2450	120205	243482	2026	-546208	-4544	-302727	-2518
2450 - 2500	70984	144380	2034	-213121	-3002	-68740	-968
2500 - 2550	23710	43070	1817	-56957	-2402	-13886	-586
2550 - 2600	28553	40785	1428	-69586	-2437	-28801	-1009
2600 - 2650	176291	303604	1722	-656134	-3722	-352530	-2000
2650 - 2700	474909	774855	1632	-1706998	-3594	-932143	-1963
2700 - 2750	147725	273026	1848	-388927	-2633	-115901	-785
2750 - 2800	30933	50660	1638	-95144	-3076	-44484	-1438
2800 - 2850	43989	76951	1749	-198620	-4515	-121669	-2766
2850 - 2900	74161	122870	1657	-311735	-4203	-188864	-2547
2900 - 2950	112811	184308	1634	-391574	-3471	-207265	-1837
2950 - 3000	93198	162304	1742	-289396	-3105	-127092	-1364
3000 - 3050	52749	91096	1727	-155865	-2955	-64769	-1228
3050 - 3100	10920	20305	1859	-33519	-3070	-13214	-1210
gesamt	1493900	2590657	1734	-5287980	-3540	-2697323	-1806

Tabelle 3.2: Kleinfleißkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 02/03

Höhenstufe [m]	Fläche [m ²]	Winterbilanz- volumen [10 ³ kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m ²]	Sommerbilanz- volumen [10 ³ kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m ²]	Jahresbilanz- volumen [10 ³ kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m ²]
2700 - 2750	14193	8546	602	-54285	-3825	-45739	-3223
2750 - 2800	118685	146390	1233	-474551	-3998	-328162	-2765
2800 - 2850	243617	392417	1611	-826102	-3391	-433685	-1780
2850 - 2900	251126	467312	1861	-649866	-2588	-182554	-727
2900 - 2950	129785	215971	1664	-342166	-2636	-126196	-972
2950 - 3000	102168	161007	1576	-290172	-2840	-129165	-1264
3000 - 3050	37667	56169	1491	-104879	-2784	-48711	-1293
3050 - 3100	986	1495	1516	-2664	-2702	-1169	-1186
gesamt	898227	1449305	1614	-2744685	-3056	-1295380	-1442

Tabelle 3.3: Wurtenkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 02/03

Höhenstufe [m]	Fläche [m ²]	Winterbilanz- volumen [10 ³ kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m ²]	Sommerbilanz- volumen [10 ³ kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m ²]	Jahresbilanz- volumen [10 ³ kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m ²]
bis 2550	26506	54119	2042	-168155	-6344	-114036	-4302
2550 - 2600	68558	96714	1411	-393585	-5741	-296871	-4330
2600 - 2650	126761	199791	1576	-663674	-5236	-463883	-3660
2650 - 2700	162370	338794	2087	-638625	-3933	-299832	-1847
2700 - 2750	72001	157898	2193	-238452	-3312	-80554	-1119
2750 - 2800	29921	46086	1540	-123571	-4130	-77485	-2590
2800 - 2850	91422	137366	1503	-353369	-3865	-216003	-2363
2850 - 2900	105236	171118	1626	-391566	-3721	-220448	-2095
2900 - 2950	80736	144317	1788	-291731	-3613	-147414	-1826
2950 - 3000	98594	172224	1747	-317586	-3221	-145362	-1474
3000 - 3050	73953	114792	1552	-172274	-2329	-57481	-777
3050 - 3100	32146	44964	1399	-42591	-1325	2373	74
3100 - 3150	3528	4526	1283	-3229	-915	1298	368
gesamt	971732	1682708	1732	-3798407	-3909	-2115699	-2177

Tabelle 3.4: Goldbergkees, Winterbilanz 02/03 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m ²]			Bilanzvolumen [10 ³ kg]			spezifische Bilanz [kg/m ²]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
2350 - 2400	32762		32762	58958		58958	1800		1800
2400 - 2450	120205		120205	243482		243482	2026		2026
2450 - 2500	70984		70984	144380		144380	2034		2034
2500 - 2550	23710		23710	43070		43070	1817		1817
2550 - 2600	28553		28553	40785		40785	1428		1428
2600 - 2650	176291		176291	303604		303604	1722		1722
2650 - 2700	474909		474909	774855		774855	1632		1632
2700 - 2750	147725		147725	273026		273026	1848		1848
2750 - 2800	30933	15398	15535	50660	20615	30045	1638	1339	1934
2800 - 2850	43989	42127	1862	76951	73026	3926	1749	1733	2108
2850 - 2900	74161	73126	1035	122870	120598	2272	1657	1649	2195
2900 - 2950	112811	112811		184308	184308		1634	1634	
2950 - 3000	93198	93198		162304	162304		1742	1742	
3000 - 3050	52749	52749		91096	91096		1727	1727	
3050 - 3100	10920	10920		20305	20305		1859	1859	
gesamt	1493900	400329	1093571	2590657	672253	1918404	1734	1679	1754

Tabelle 3.5: Wurtenkees, Winterbilanz 02/03 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m ²]			Bilanzvolumen [10 ³ kg]			spezifische Bilanz [kg/m ²]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
bis 2550	26506		26506	54119		54119	2042		2042
2550 - 2600	68558		68558	96714		96714	1411		1411
2600 - 2650	126761		126761	199791		199791	1576		1576
2650 - 2700	162370		162370	338794		338794	2087		2087
2700 - 2750	72001	12425	59576	157898	13093	144805	2193	1054	2431
2750 - 2800	29921	27857	2064	46086	42654	3432	1540	1531	1663
2800 - 2850	91422	91202	220	137366	137055	311	1503	1503	1414
2850 - 2900	105236	105236		171118	171118		1626	1626	
2900 - 2950	80736	80736		144317	144317		1788	1788	
2950 - 3000	98594	98594		172224	172224		1747	1747	
3000 - 3050	73953	73953		114792	114792		1552	1552	
3050 - 3100	32146	32146		44964	44964		1399	1399	
3100 - 3150	3528	3528		4526	4526		1283	1283	
gesamt	971732	525677	446055	1682708	844742	837966	1732	1607	1879

Tabelle 3.6: Goldbergkees, Jahresbilanz 02/03 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m ²]			Bilanzvolumen [10 ³ kg]			spezifische Bilanz [kg/m ²]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
2350 - 2400	32762		32762	-115238		-115238	-3517		-3517
2400 - 2450	120205		120205	-302727		-302727	-2518		-2518
2450 - 2500	70984		70984	-68740		-68740	-968		-968
2500 - 2550	23710		23710	-13886		-13886	-586		-586
2550 - 2600	28553		28553	-28801		-28801	-1009		-1009
2600 - 2650	176291		176291	-352530		-352530	-2000		-2000
2650 - 2700	474909		474909	-932143		-932143	-1963		-1963
2700 - 2750	147725		147725	-115901		-115901	-785		-785
2750 - 2800	30933	15398	15535	-44484	-32369	-12115	-1438	-2102	-780
2800 - 2850	43989	42127	1862	-121669	-118179	-3490	-2766	-2805	-1874
2850 - 2900	74161	73126	1035	-188864	-187062	-1803	-2547	-2558	-1742
2900 - 2950	112811	112811		-207265	-207265		-1837	-1837	
2950 - 3000	93198	93198		-127092	-127092		-1364	-1364	
3000 - 3050	52749	52749		-64769	-64769		-1228	-1228	
3050 - 3100	10920	10920		-13214	-13214		-1210	-1210	
gesamt	1493900	400329	1093571	-2697323	-749949	-1947374	-1806	-1873	-1781

Tabelle 3.7: Wurtenkees, Jahresbilanz 02/03 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m ²]			Bilanzvolumen [10 ³ kg]			spezifische Bilanz [kg/m ²]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
bis 2550	26506		26506	-114036		-114036	-4302		-4302
2550 - 2600	68558		68558	-296871		-296871	-4330		-4330
2600 - 2650	126761		126761	-463883		-463883	-3660		-3660
2650 - 2700	162370		162370	-299832		-299832	-1847		-1847
2700 - 2750	72001	12425	59576	-80554	-33769	-46785	-1119	-2718	-785
2750 - 2800	29921	27857	2064	-77485	-71761	-5724	-2590	-2576	-2773
2800 - 2850	91422	91202	220	-216003	-215450	-552	-2363	-2362	-2510
2850 - 2900	105236	105236		-220448	-220448		-2095	-2095	
2900 - 2950	80736	80736		-147414	-147414		-1826	-1826	
2950 - 3000	98594	98594		-145362	-145362		-1474	-1474	
3000 - 3050	73953	73953		-57481	-57481		-777	-777	
3050 - 3100	32146	32146		2373	2373		74	74	
3100 - 3150	3528	3528		1298	1298		368	368	
gesamt	971732	525677	446055	-2115699	-888016	-1227682	-2177	-1689	-2752

Tabelle 3.8: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 02/03, Vergleich der 3 Gletscher

Glaziologische Maßzahl	[]	FLK	GOK	WUK	GOK Oben	GOK Itten	WUK Oben	WUK Itten
S (öhe)	m ²	898227	1493900	971732	400329	1093571	525677	446055
Sc (kumulationsfläche)	m ²	0	8994	29256	0	8994	29256	0
Sa (ationsfläche)	m ²	898227	1484906	942476	400329	1084577	496421	446055
Sc/S	0	0	6,0 x10 ⁻³	003	0	8,2 x10 ⁻³	006	0
Sc/Sa	0	0	6,0 x10 ⁻³	003	0	8,3 x10 ⁻³	006	0
B (ilanzvolumen)	10 ⁶ kg	-12954	-26973	-21157	-7499	-19474	-8880	-12277
Bw (Winterbilanzvolumen)	10 ⁶ kg	14493	25907	16827	6723	19184	8447	8380
Bs (ommerbilanzvolumen)	10 ⁶ kg	-27447	-52880	-37984	-14222	-38658	-17328	20656
Bc (ttoakkumulation)	10 ⁶ kg	00	04	66	00	04	66	00
Ba (ttoablation)	10 ⁶ kg	-12954	-26977	-21223	-7499	-19478	-8947	-12277
Bw + Bs (otalmassenumsatz)	10 ⁶ kg	41940	78786	54811	20945	57842	25775	29036
b (pez. Bilanzvolumen)	kg/m ²	-14422	-18056	-21772	-18733	-17807	-16893	27523
bw (pez. Winterbilanz)	kg/m ²	16135	17342	17317	16793	17543	16070	18786
bs (pez. Sommerbilanz)	kg/m ²	-30557	-35397	-39089	-35526	-35350	-32962	46309
bc (pez. ttoakkumulation)	kg/m ²	000000	0254463	6842981	0000022	0347608	12649629	-0000189
ba (pez. ttoablation)	kg/m ²	-14422	-18056	-21841	-18733	-17811	-17019	27523
bw + bs (pez. Totalmassenumsatz)	kg/m ²	-14422	-18056	-21772	-18733	-17807	-16893	27523
bc + ba (pez. tto massenumsatz)	kg/m ²	14422	18061	21909	18733	17814	17146	27523
ELA (Gleichgewichtslinie)	m	3100	3100	3070	-	-	-	-

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.
- AUER, I., R. BÖHM, M. LEYMÜLLER und W. SCHÖNER (2002): Das Klima des Sonnblicks – Klimaatlas und Klimatographie der GAW Station Sonnblick einschließlich der umgebenden Gebirgsregion. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 29, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien, (im Druck).
- KASER, G., A. FOUNTAIN und P. JANSSON (2003): A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers. International Hydrological Programme, IHP-VI, Technical Documents in Hydrology No. 59, UNESCO, Paris
- WINIWARTER, W., R. BÖHM, A. KASPER, H. PUXBAUM, W. SCHÖNER, W. VITOVEC und R. WERNER (1998). ALPTRAC: High Alpine Aerosol and snow chemistry. Concentration of ionic compounds in the wintertime deposition: results and trends from the Austrian Alps over 11 years (1983-1993). Atmospheric Environment Volume 32, No.23

Danksagung

Die Messung der Massenbilanz von Goldbergkees und Kleinfleißkees erfolgten im Auftrag des BMLFUW (GZ 54 4768/1-V/4/04). 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 die Unterstützung des Projektes gedankt sei. Folgende Mitarbeiter und Studenten führten die Feldmessungen am Gletscher durch: Verena Aschinger, Ingeborg Auer, Hannes Badura, Reinhard Böhm, Stefan Eisenbach, Thomas Feix, Berthold Fliedl, Stefan Fuchs, Christine Gruber, Bernhard Hynek, Gernot Ibounig, Michael Jobst, Roman Just, Thomas Kitzler, Helga Kremser, Gernot Koboltschnig, Georg Konrad, Helga Kromp-Kolb, Markus Leitner, Stefan Mühlbauer, Alexander Orlik, Stefan Pichler, Claus Putz, Bernhard Pospichal, Wolfgang Schöner, Christina Stöger, Franziska Strauß, Gerold Stein, Thomas Zimmermann.

Kontaktadressen:

Dr. Wolfgang Schöner, Bernhard Hynek
 Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Abteilung Klimatologie
 Hohe Warte 38, A-1190 Wien
 Tel.: 01-36026-2290
 wolfgang.schoener@zamg.ac.at, bernhard.hynek@zamg.ac.at

Abbildung 3.3: Goldbergkees, spezifische Massenbilanzen 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

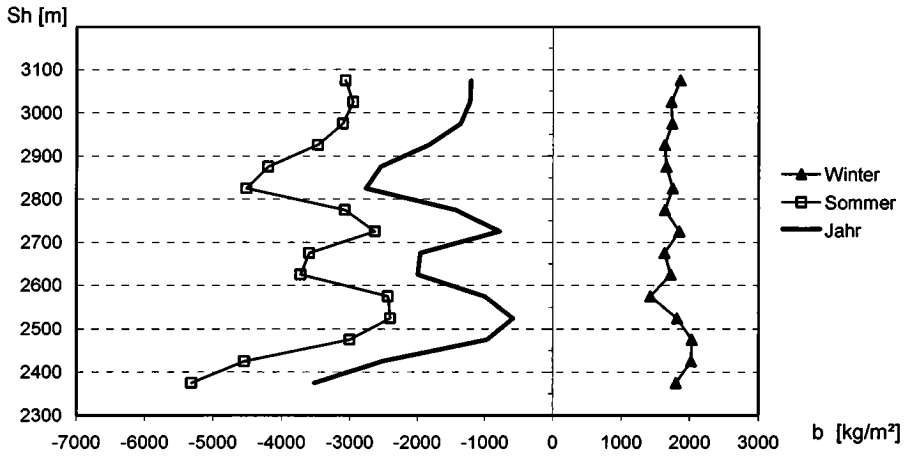


Abbildung 3.4: Kleinfleißkees, spezifische Massenbilanzen 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

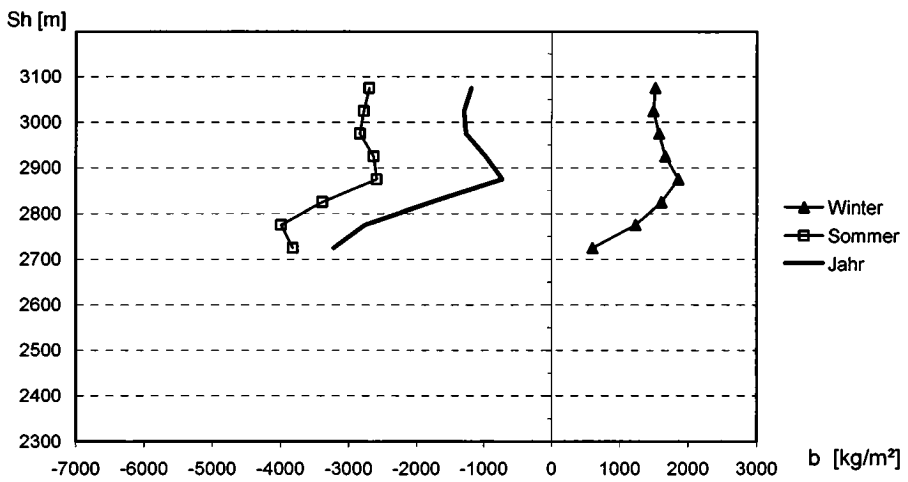


Abbildung 3.5: Wurtenkees, spezifische Massenbilanzen 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

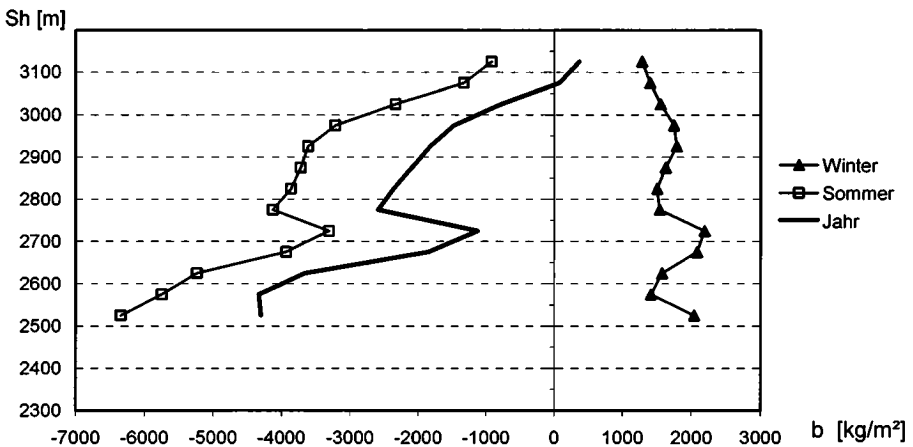


Abbildung 3.6: Goldbergkees, Bilanzvolumina 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

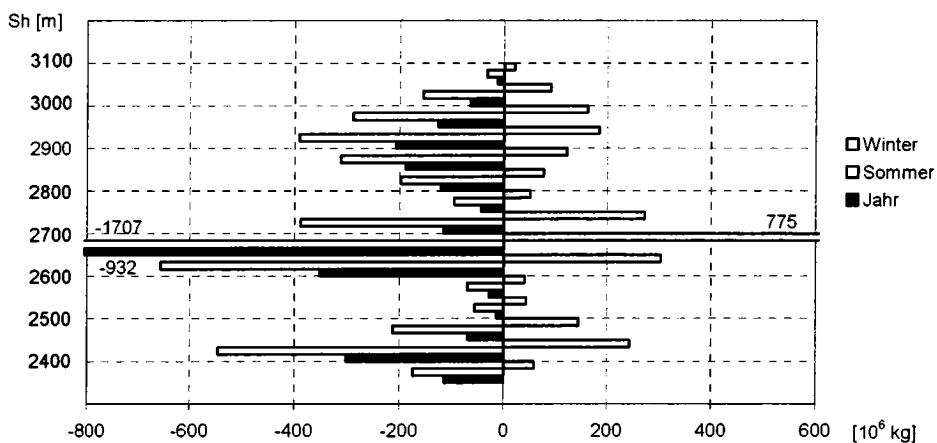


Abbildung 3.7: Kleinfleißkees, Bilanzvolumina 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

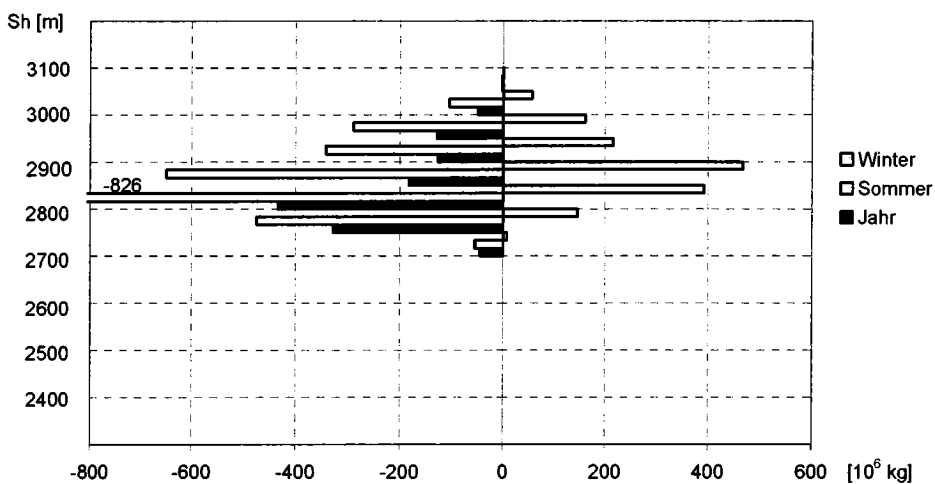
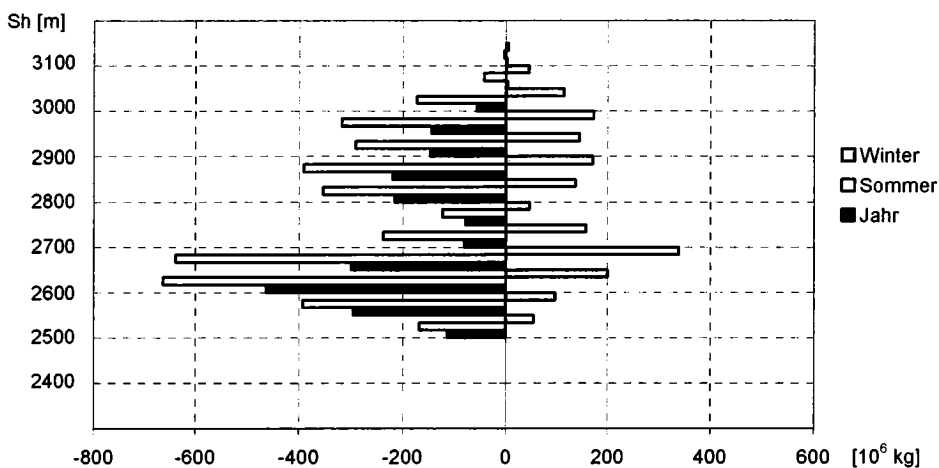
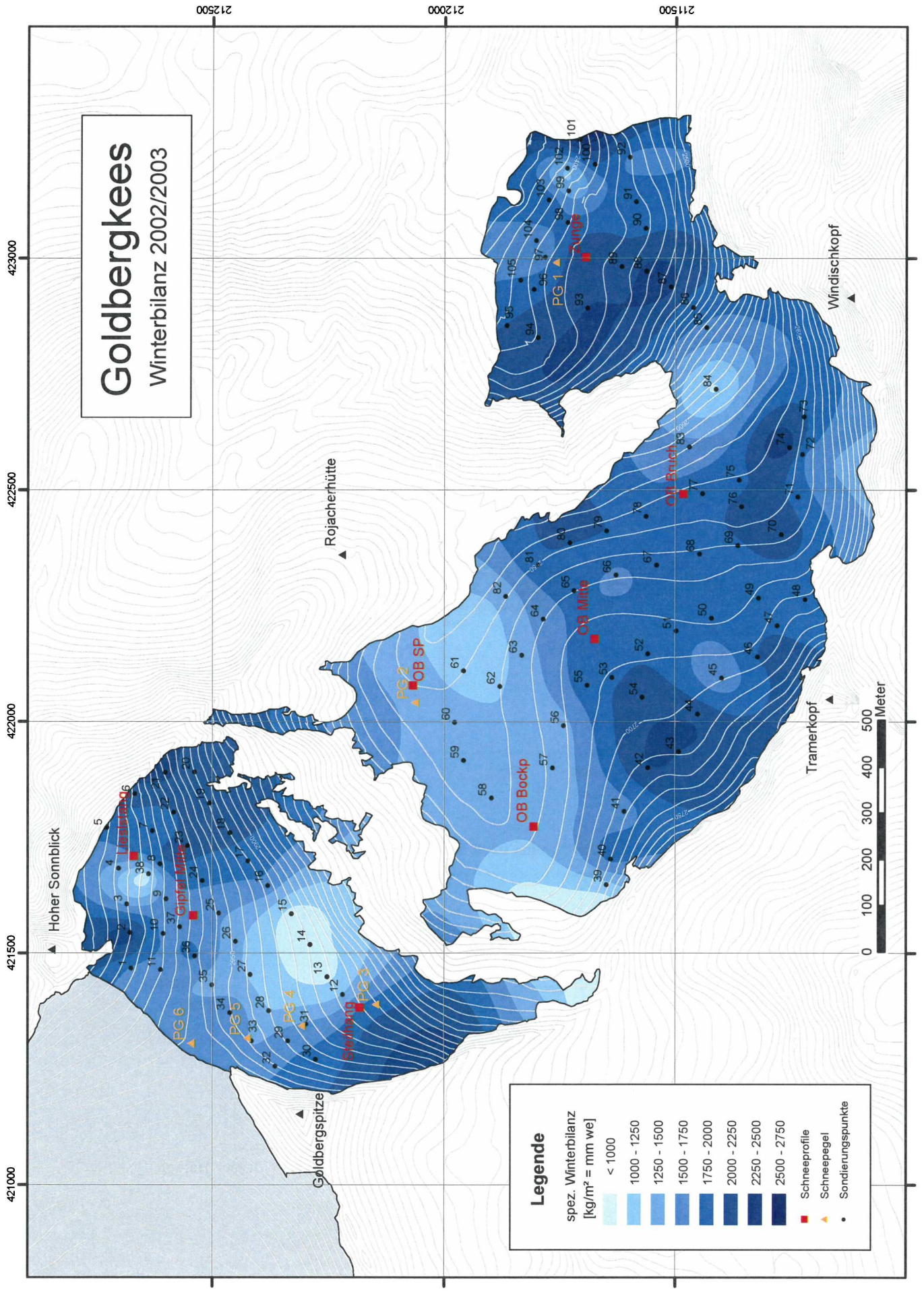


Abbildung 3.8: Wurtenkees, Bilanzvolumina 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe



Goldbergkees

Winterbilanz 2002/2003

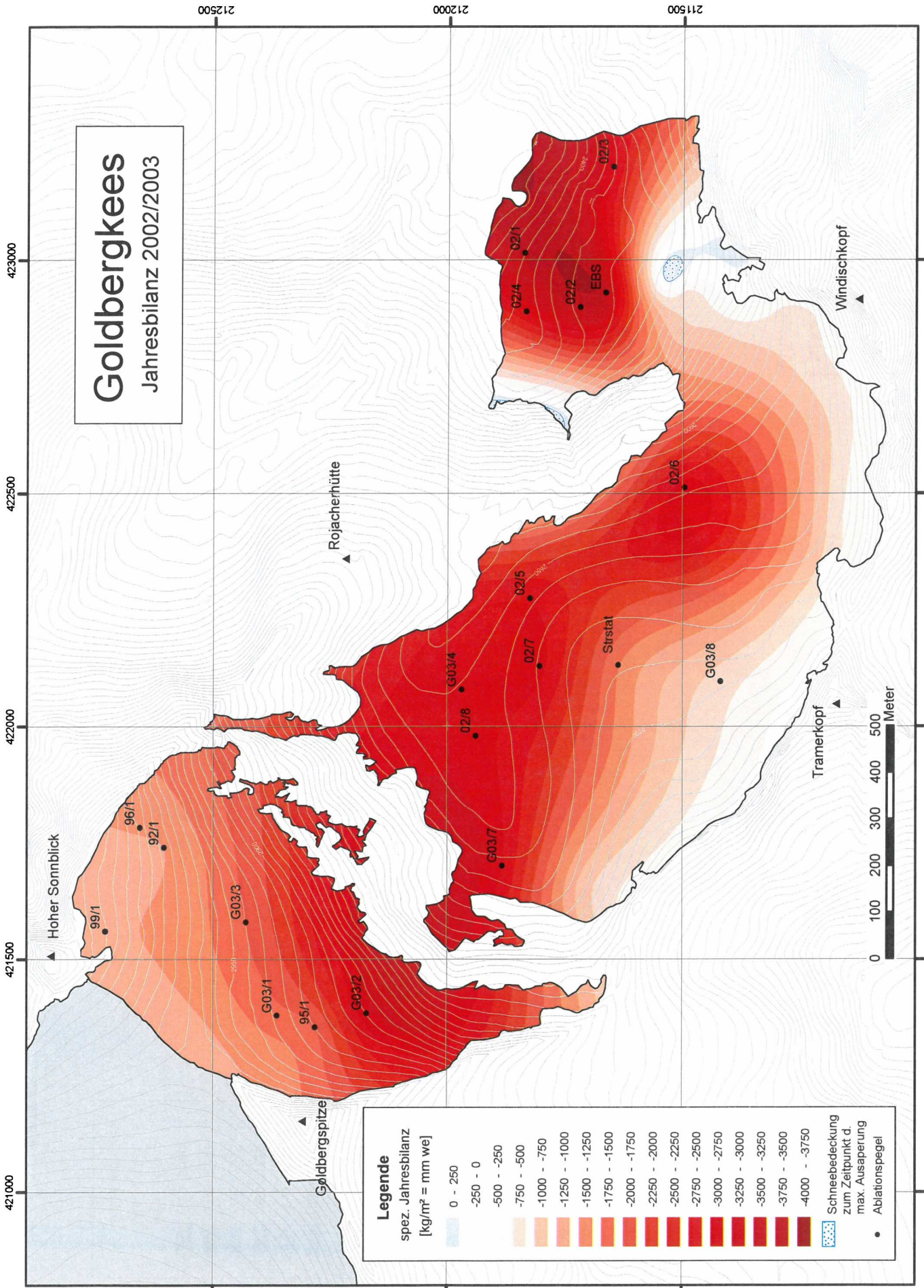


Legende

- spez. Winterbilanz
[kg/m² = mm we]
- < 1000
 - 1000 - 1250
 - 1250 - 1500
 - 1500 - 1750
 - 1750 - 2000
 - 2000 - 2250
 - 2250 - 2500
 - 2500 - 2750
- Schneeprofile
 - ▲ Schneepagel
 - Sondierungspunkte

Goldbergkees

Jahresbilanz 2002/2003



Legende

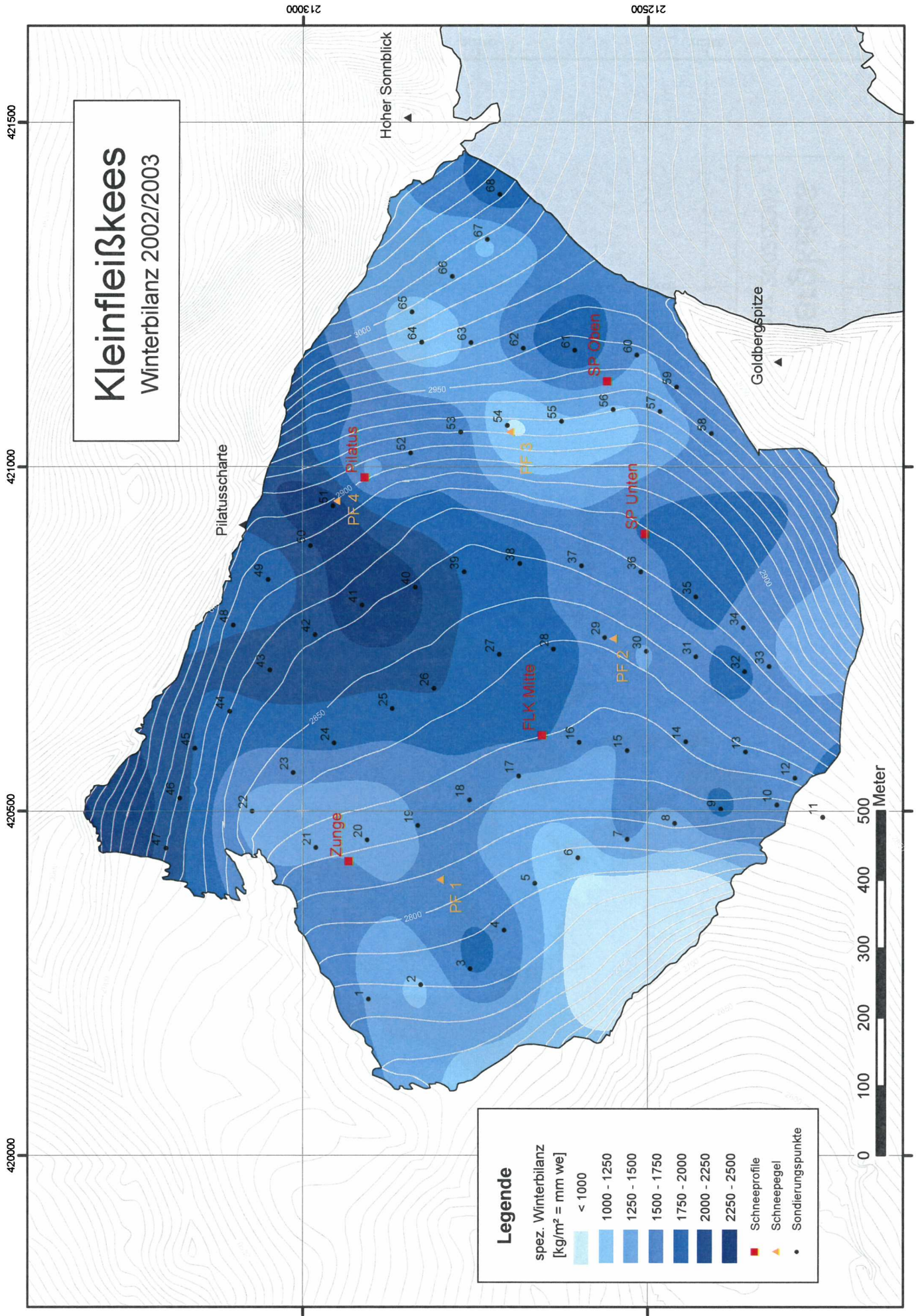
spez. Jahresbilanz
[kg/m² = mm we]

- 0 - 250
- 250 - 0
- 500 - -250
- 750 - -500
- 1000 - -750
- 1250 - -1000
- 1500 - -1250
- 1750 - -1500
- 2000 - -1750
- 2250 - -2000
- 2500 - -2250
- 2750 - -2500
- 3000 - -2750
- 3250 - -3000
- 3500 - -3250
- 3750 - -3500
- 4000 - -3750

- Schneebedeckung zum Zeitpunkt d. max. Ausparung
- Ablationspegel

Kleinfleißkees

Winterbilanz 2002/2003



Legende

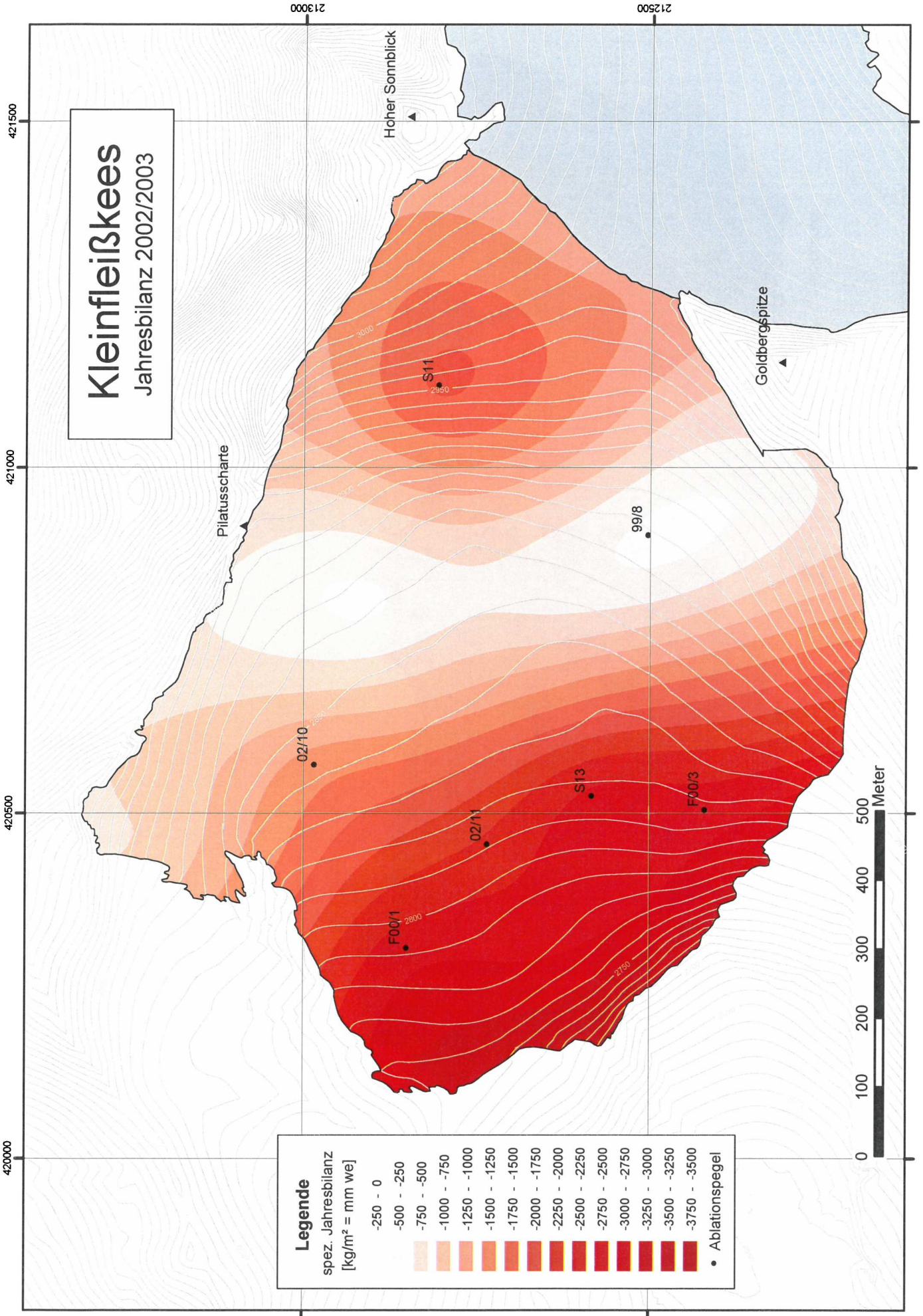
spez. Winterbilanz
[kg/m² = mm we]

	< 1000
	1000 - 1250
	1250 - 1500
	1500 - 1750
	1750 - 2000
	2000 - 2250
	2250 - 2500

- Schneeprofile
- Schneepegel
- Sondierungspunkte

Kleinfleißkees

Jahresbilanz 2002/2003



Legende

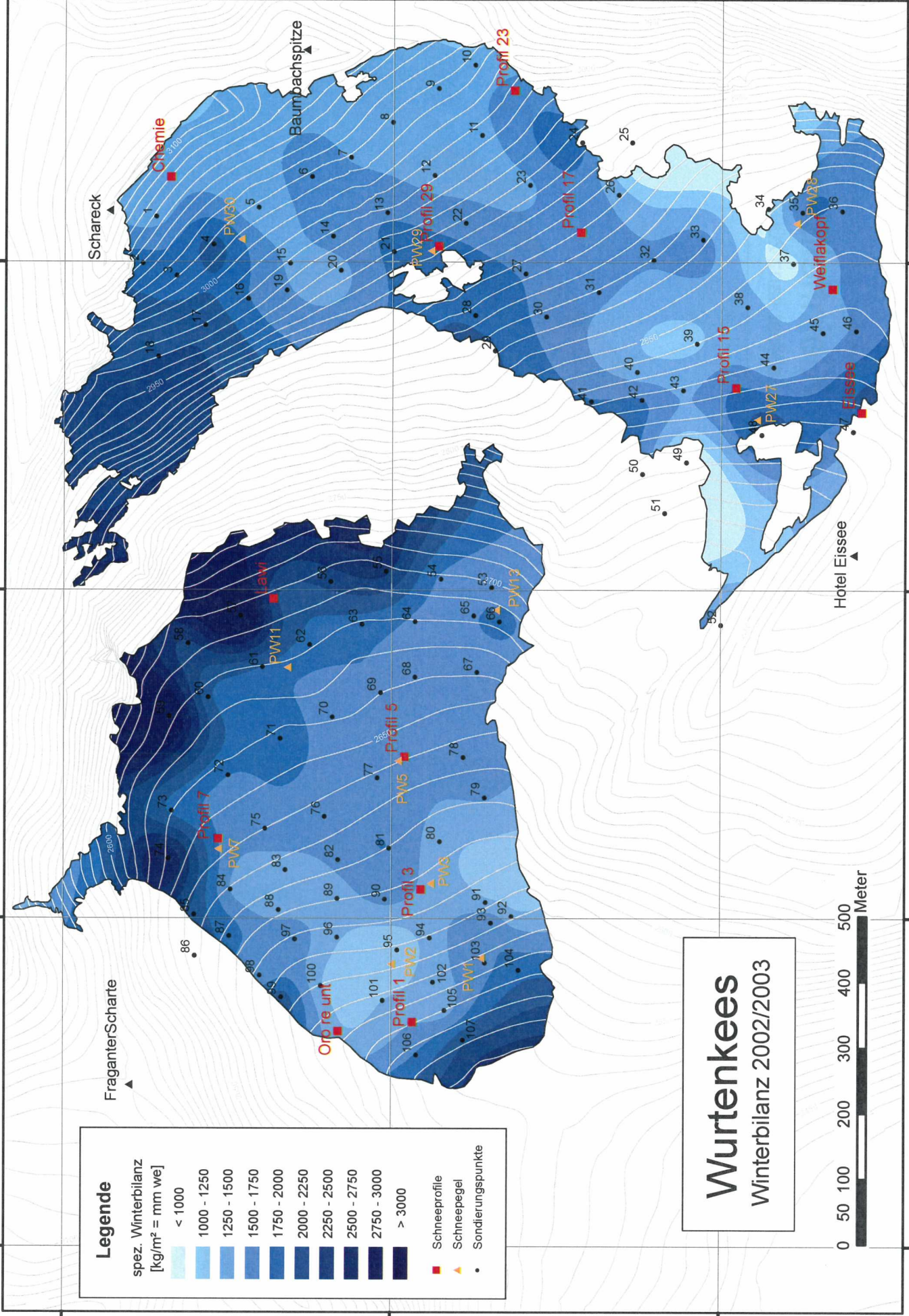
spez. Jahresbilanz
[kg/m² = mm we]



• Ablationspegel



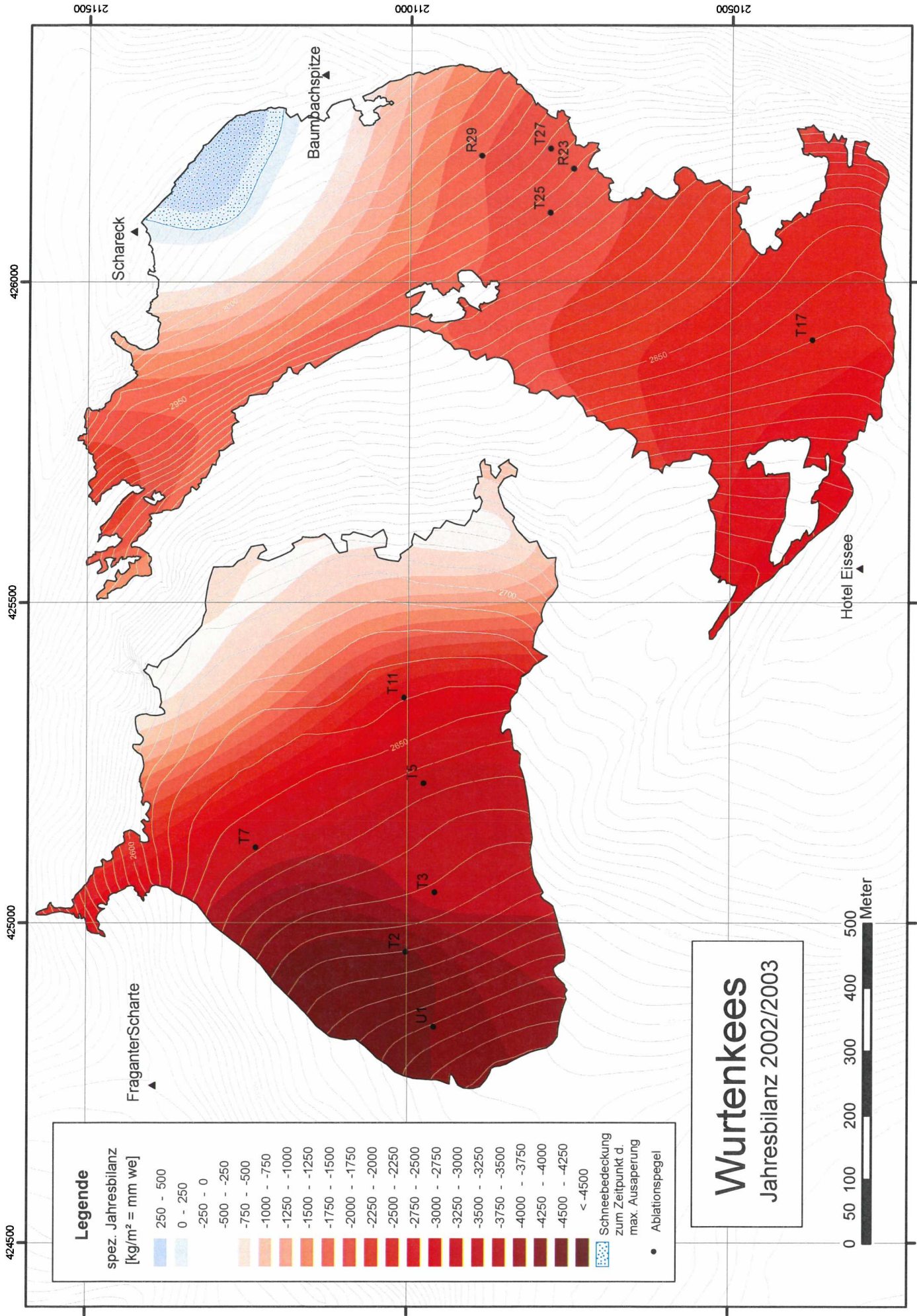
424500 425000 425500 426000 211500 211000 210500



Wurtenkees

Winterbilanz 2002/2003





Legende

spez. Jahresbilanz
[kg/m² = mm we]

- 250 - 500
- 0 - 250
- 250 - 0
- 500 - -250
- 750 - -500
- 1000 - -750
- 1250 - -1000
- 1500 - -1250
- 1750 - -1500
- 2000 - -1750
- 2250 - -2000
- 2500 - -2250
- 2750 - -2500
- 3000 - -2750
- 3250 - -3000
- 3500 - -3250
- 3750 - -3500
- 4000 - -3750
- 4250 - -4000
- 4500 - -4250
- < -4500

Schneebedeckung
zum Zeitpunkt d.
max. Ausaperung

• Ablationspegel

Wurtenkees
Jahresbilanz 2002/2003

