

# MASSENHAUSHALT 2001/2002 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 2001/2002.

Das Haushaltsjahr ist gekennzeichnet durch eine durchschnittliche Winterbilanz und eine überdurchschnittlich negative Nettomassenbilanz aller drei Gletscher.

Die spezifische Winterbilanz der beiden südseitig des Alpenhauptkammes gelegenen Gletscher Kleinfleißkees und Wurtenkees ist mit  $1332 \text{ kg/m}^2$  und  $1399 \text{ kg/m}^2$  wesentlich geringer als die des nördlich des Alpenhauptkammes gelegenen Goldbergkeeses mit  $1857 \text{ kg/m}^2$ .

Auch die spezifische Nettomassenbilanz ist beim Wurtenkees mit  $-966 \text{ kg/m}^2$  und beim Kleinfleißkees mit  $-808 \text{ kg/m}^2$  stärker negativ als beim Goldbergkees mit  $-612 \text{ kg/m}^2$ . Der Gesamtmassenverlust im Haushaltsjahr 01/02 ist somit beim Wurtenkees um mehr als 20% und beim Goldbergkees um ca. 70% größer als im Mittel der letzten 13 Jahre, beim Kleinfleißkees der größte seit Beginn der Messungen 98/99.

## 1. Einleitung

An dieser Stelle erschienen bis jetzt 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 ersten 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.

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 30.4. bis 8.5. 2002

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 01/02 wurden vom 30. April bis 8. Mai 2002 durchgeführt. Zur Bestimmung der winterlichen Schneeakkumulation wurden in Summe auf allen drei Gletschern 24 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 2.1.4 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 2.1.5 bis 2.1.7 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 2002, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österr. BMN)		Höhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
Liesstang	6.5.02	421754	212661	3023	473	413	1954	Firn
Steihang	6.5.02	421368	212178	2883	544	435	2364	Firn
OB Bockpalfen	8.5.02	421730	211799	2681	395	426	1684	Eis
OB Mitte	8.5.02	422216	211667	2672	440	441	1940	Firn
OB Bruch	8.5.02	422541	211446	2634	375	429	1608	Eis
Zunge	8.5.02	422890	211750	2426	370	441	1631	Eis

Tabelle 2.1.2: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2002, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österr. BMN)		Höhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
SP Oben	7.5.02	421122	212564	2946	600	420	2522	Eis
Pilatus	7.5.02	420985	213005	2916	490	420	2059	Firn
FLK Mitte	7.5.02	420837	212795	2857	480	417	2000	Firn
Zunge	7.5.02	420441	212935	2821	311	400	1245	Eis

Tabelle 2.1.3: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2002, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österr. BMN)		Höhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
Chemie	30.4.02	426091	211280	3040	420	381	1599	Firn
Profil 27	1.5.02	426180	211100	3033	450	411	1852	Firn
Profil 25	1.5.02	426175	210750	2950	319	396	1262	Firn
Pistenmitte	1.5.02	426085	210795	2936	348	440	1530	Eis
Schneekanone	1.5.02	425699	210452	2770	261	394	1028	Fels
Weißflakopf	1.5.02	425945	210315	2831	360	404	1456	Eis
Profil 29	1.5.02	425975	210855	2909	410	412	1689	Firn
Profil 19	1.5.02	425815	210794	2851	369	424	1563	Fels
Profil 13	2.5.02	425325	211065	2662	400	434	1738	Firn
Lawi	2.5.02	425460	211180	2692	640	452	2890	Firn
Profil 7	2.5.02	425120	211170	2635	275	439	1206	Eis
Profil 5	2.5.02	424999	211015	2600	226	399	902	Eis
Profil 3	2.5.02	424884	210933	2560	164	403	660	Eis
Minimum	2.5.02	424950	211126	2593	170	413	702	Eis

Tabelle 2.1.4: Goldbergkees (GOK), Kleinfleißkees (FLK) und Wurtenkees (WUK), Winterbilanzmessungen 2002, 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	425	450	475
Liesistang (Gok)	6.5.02	3023	-3.4	-3.7	-3.7	-3.6	-3.6	-3.6	-3.7	-3.7	-4.0	-4.2	-4.1	-4.1	-4.1	-4.0	-3.7	-3.7	-3.6	-3.5	-3.2	-3.0	-2.9	-2.8	-3.9
Pilatus (Flk)	7.5.02	2916	-0.2	-1.9	-2.9	-2.6	-2.4	-2.4	-3.0	-3.5	-3.9	1.0	-3.7	-3.6	-3.7	-3.8	-3.8	0.0	-3.8	0.0	-3.6	0.0	-3.1	-2.8	-3.3
Flk Mitte (Flk)	7.5.02	2857	-2.0	-2.2	-1.8	-1.5	-1.2	-1.7	-2.5	-3.1	-3.7	-4.2	-4.5	0.0	-4.5	0.0	-4.5	0.0	-3.8	0.0	-3.6	0.0	-3.1	-2.8	-3.3
Profil 29 (Wuk)	1.5.02	2909	-3.2	-2.5	-2.1	-2.0	-1.9	-2.0	-2.1	-2.2	-2.3	-2.3	-1.9	-2.0	-2.0	-2.1	-2.0	-1.9	-1.7	-1.7	-1.4				-2.0
Profil 5 (Wuk)	2.5.02	2600	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-1.2	0.0	-2.0	-2.7	-2.8										-1.2
Profil 3 (Wuk)	2.5.02	2580	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.0	-0.2												
Minimum Wuk)	2.5.02	2593	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.4	0.0	-0.5														

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

Die Schneetemperaturen waren durchwegs unter 0°C, nur am unteren Teil des Wurtenkeeses war die Schneedecke bereits teilweise durchfeuchtet.

Aus Abbildung 2.1.1 ist eine Abnahme der mittleren Schneedichte mit der Seehöhe nur am Goldbergkees und Kleinfleißkees erkennbar, wobei die Streuung der Dichtewerte am Wurtenkees am größten ist, was sicherlich auf die Pistenpräparierungsarbeiten im Schigebiet zurückzuführen ist.

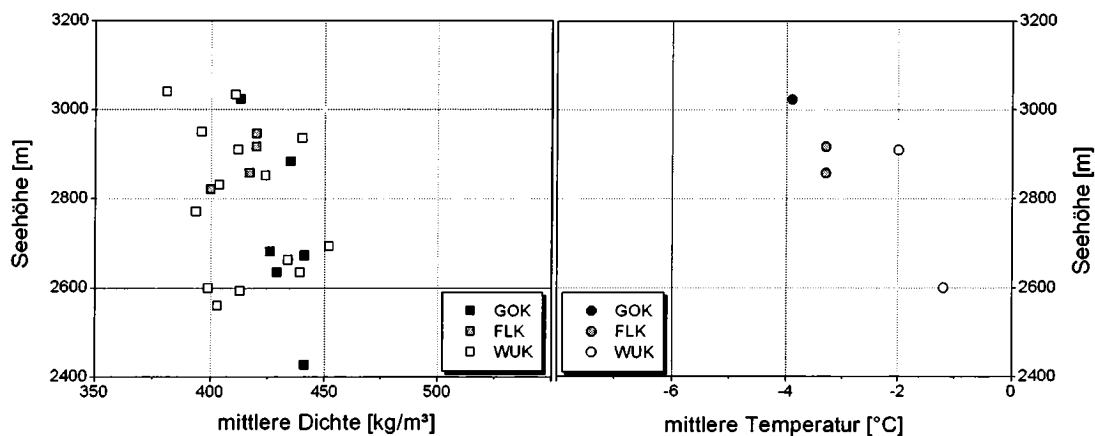


Abbildung 2.1.1: Goldbergkees (GOK), Kleinfleißkees (FLK) und Wurtenkees (WUK), mittlere Schneedichte und -temperatur in Abhängigkeit der Seehöhe

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 Probennahme erfolgte in den Profilen Liesistang am Goldbergkees und Chemie am Wurtenkees. Die Ergebnisse werden an anderer Stelle publiziert.

Tabelle 2.1.5: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2002, 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	4.50	12	3.65	23	4.50	34	3.75	45	4.70	56	5.10	67	3.15	78	4.80
2	4.75	13	3.65	24	5.30	35	4.70	46	3.55	57	4.55	68	3.05	79	3.65
3	3.90	14	4.40	25	4.40	36	4.50	47	3.60	58	4.70	69	3.40	80	4.05
4	3.75	15	4.65	26	5.50	37	5.55	48	4.15	59	4.50	70	4.00	81	4.30
5	3.75	16	4.30	27	5.10	38	4.70	49	3.85	60	5.25	71	3.25	82	5.00
6	4.75	17	4.60	28	4.75	39	4.20	50	3.55	61	4.00	72	3.80	83	5.30
7	4.50	18	5.15	29	4.00	40	4.25	51	3.35	62	4.05	73	4.10	84	4.20
8	4.50	19	3.60	30	4.65	41	4.45	52	4.15	63	4.45	74	4.20	85	3.50
9	4.90	20	4.00	31	5.15	42	4.30	53	4.35	64	4.15	75	4.80	86	5.65
10	4.75	21	4.00	32	4.65	43	3.45	54	4.30	65	3.70	76	4.85	87	4.00
11	4.55	22	4.05	33	5.00	44	4.00	55	4.50	66	3.60	77	4.50	88	4.90

Tabelle 2.1.6: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2002, 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]	Punkt	Tiefe [m]
1	2.75	9	2.10	17	3.05	25	3.50	33	3.95	41	4.15	49	4.20	57	2.75	65	3.85
2	2.60	10	2.60	18	3.10	26	3.75	34	4.95	42	4.75	50	3.45	58	3.65	66	3.80
3	2.50	11	2.85	19	3.25	27	3.80	35	4.65	43	4.20	51	2.95	59	3.10	67	3.80
4	2.60	12	2.70	20	3.80	28	3.75	36	4.10	44	4.50	52	2.05	60	3.85	68	3.00
5	3.25	13	2.75	21	3.75	29	3.70	37	3.85	45	4.75	53	2.15	61	3.20	69	3.45
6	3.15	14	2.75	22	3.30	30	4.80	38	3.45	46	5.05	54	2.85	62	4.10		
7	2.90	15	2.80	23	4.20	31	4.60	39	3.50	47	4.35	55	3.55	63	3.15		
8	3.40	16	3.05	24	3.75	32	3.80	40	4.70	48	4.75	56	3.15	64	4.00		

Tabelle 2.1.7: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2002, 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]	Punkt	Tiefe [m]
1	5.50	12	2.85	23	2.65	34	2.25	45	2.10	56	3.70	67	4.15	78	1.65	89	1.35
2	3.80	13	4.00	24	1.65	35	2.25	46	2.50	57	3.15	68	3.05	79	2.10	90	2.00
3	3.50	14	4.40	25	2.45	36	3.40	47	3.70	58	3.60	69	2.65	80	1.75	91	3.60
4	3.80	15	4.30	26	2.50	37	3.30	48	2.10	59	4.50	70	3.10	81	2.30	92	3.05
5	2.75	16	4.05	27	2.00	38	3.80	49	3.10	60	4.35	71	3.15	82	3.65	93	2.50
6	3.05	17	3.00	28	3.60	39	3.20	50	2.80	61	5.75	72	3.45	83	3.05	94	2.65
7	4.00	18	3.30	29	2.80	40	2.70	51	2.00	62	3.80	73	3.30	84	3.90		
8	3.80	19	3.05	30	2.55	41	3.10	52	2.80	63	4.25	74	3.35	85	2.65		
9	2.80	20	2.70	31	3.00	42	2.80	53	1.40	64	3.70	75	3.15	86	1.85		
10	3.00	21	3.35	32	1.65	43	2.75	54	1.50	65	4.55	76	3.15	87	2.25		
11	3.20	22	2.50	33	2.55	44	2.10	55	1.75	66	3.65	77	2.50	88	1.60		

## 2.2 Messungen für die Jahresbilanz 2001/2002

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.

Als zusätzliche Information zur Bestimmung der Massenbilanz diene die maximale Ausaperung der Gletscher. Wie in den Karten für die Jahresbilanz ersichtlich ist, waren alle drei Gletscher im September 02 fast völlig aper, nur in den abgeschatteten bzw. kammnahen Lagen hielten sich spärliche Schneereste. Schneefall vor dem 1. Oktober beendete die Abschmelzperiode 2002. Der Massenzuwachs durch den Neuschnee wird aber noch dem Haushaltsjahr 01/02 zugerechnet (fixed date system), weshalb die Nulllinie der Massenbilanz (Rot-Blau-Grenze in den Karten) nicht mit der Linie der maximalen Ausaperung übereinstimmt.

Am 8. September 2002 ereignete sich im unteren Bereich des Kleinfleißkeeses ein Eissturz, bei dem die Verbindung zur bisherigen Gletscherzunge an der steilen Engstelle knapp über 2700m völlig abbriss. Die Fotos vom Eissturz sind im Bericht über die Längenmessungen zu finden. Für die Nettomassenbilanz 01/02 ergaben sich dadurch keine Änderungen, da die Abschmelzraten trotz des Eissturzes auf der Gletscherfläche aus dem Jahr 1998 interpoliert wurden. Die Reste des Eissturzes und das nicht mehr mit dem Nährgebiet verbundene Eis im Zungenbereich schmolzen im Sommer 02/03 fast gänzlich

weg, sodass die Nettomassenbilanz 02/03 auf einer um 5% geringeren Gletscherfläche berechnet wurde, wie aus dem Vergleich der Bilanzkarten 01/02 und 02/03 ersichtlich ist.

Tabelle 2.2.1: Goldbergkees, Ablationspegel 01/02

Pegel	Koordinaten		Seehöhe	Pegelablesungen [cm im Eis]				Ablation 2002 [cm Eis]	Ablation 2002 [mm WW]
	x	y		30.7 02	23.8 02	4.9 02	1.10 02		
99/1	421560	212730	3050	340		250	230	-110	-990
96/1	421783	212657	3020			445	420	-70	-630
95/1	421355	212285	2920			230	195	-35	-315
94/2	421360	212275	2910			90	65	-25	-225
95/2	421394	212140	2860					-145	-1305
G00-6	421980	211940	2656	250		120	70	-180	-1620
02-8	421980	211940	2656	645		520	470	-175	-1575
G00-7	422130	211805	2675	175					
02-7	422130	211805	2675	640		500	450	-190	-1710
02-5	422275	211825	2660	641		490	440	-201	-1809
G00-5	422512	211497	2640	270		100	45	-225	-2025
02-6	422512	211497	2640	645		470	415	-230	-2070
98/5	422890	211835	2432						
02-4	422890	211835	2432	640	516		445	-195	-1755
G00-3	423200	211650	2420	305	188		115	-190	-1710
02-3	423200	211650	2420	620	497		425	-195	-1755
G00-4	422899	211720	2415	260	155				
02-2	422899	211720	2415	633	515		435	-198	-1782
G00-1	423015	211838	2395	187	53				
02-1	423015	211838	2395	620	475		390	-230	-2070

Tabelle 2.2.2: Kleinfleißkees, Ablationspegel 01/02

Pegel	Koordinaten		Seehöhe	Pegelablesungen [cm im Eis]					Ablation 02 [cm Eis]	Ablation 02 [mm WW]
	x	y		1.10.01 *	6.10.01	30.7.02	5.9.02	1.10.02 *		
S11	421119	212806	2962	633		633		480	-153	-1377
99/8	420860	212475	2875	425				405	-20	-180
F00/3	420505	212420	2815	495	410	475	360	300	-195	-1755
S13	420525	212585	2825	665		645	540	485	-180	-1620
99/6	420525	212585	2825	220		201	100	40	-180	-1620
02/11	420455	212735	2813	665		645	530	460	-205	-1845
F00/1	420305	212850	2780	488	488	460	370	288	-200	-1800
02/10	420570	212985	2852	510		510	410	410	-100	-900
99/4	420360	212835	2815	277	277	155	60			

Tabelle 2.2.3: Wurtenkees, Ablationspegel 01/02

Pegel	Bohr jahr	Koordinaten		Seehöhe	Pegelablesungen [cm im Eis]						Ablation 2002 [cm Eis]	Ablation 2002 [mm WW]
		x	y		30.9. 01 *	20.10. 01	8.7. 02	14.8. 02	2.9. 02	1.10. 02 *		
S1	2001-08	424885	210906	2569	433	433		220	135	100	-333	-2997
S2	2001-08	424984	210955	2604	435		417	230	150	150	-285	-2565
P3	1999-10	425104	210971	2623	248	248		165	85	25	-223	-2007
P5	1999-10	425203	210980	2647	242	242		120	35	25	-227	-2043
P7	1999-10	425137	211179	2640	300					50	-250	-2250
P11	1999-10	425336	211008	2671	400	400		348	260	220	-180	-1620
R17	2000-06	425958	210463	2864	270				160	150	-120	-1080
R19	2000-06	425869	210315	2834	225				55	25	-200	-1800
O21	1998	425979	210671	2897	300				230	220	-80	-720
R21	2000-06	425979	210671	2897	300				205	200	-100	-900
N23	1997	426177	210746	2962	170				125	110	-60	-540
R25	2000-06	426084	210778	2945	310				260	235	-75	-675
O27	1998	426239	210812	2993	230				110	130	-100	-900
R29	2000-06	426197	210890	2999	360					320	-40	-360

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

### 3. Ergebnisse für das Haushaltsjahr 2001/2002

Die Werte aus den Punktmessungen der Schneeprofile, Sondierungspunkte und Ablationspegel sowie 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 3.1 – 3.3 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 01/02 sind in der Tabelle 3.8 zusammengefasst.

Tabelle 3.1: Goldbergkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 01/02

Höhenstufe	Fläche	Winterbilanz- volumen	spezifische Winterbilanz	Sommerbilanz- volumen	spez. Sommerbilanz	Jahresbilanz- volumen	spez. Jahresbilanz
[m]	[m <sup>2</sup> ]	[10 <sup>3</sup> kg]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[10 <sup>3</sup> kg]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[10 <sup>3</sup> kg]	[kg/m <sup>2</sup> ]
2350 - 2400	32762	53993	1648	-114327	-3490	-60334	-1842
2400 - 2450	120205	226344	1883	-363456	-3024	-137112	-1141
2450 - 2500	70984	138301	1948	-154988	-2183	-16687	-235
2500 - 2550	23710	44229	1865	-42562	-1795	1667	70
2550 - 2600	28553	56761	1988	-63308	-2217	-6547	-229
2600 - 2650	176291	317793	1803	-487245	-2764	-169452	-961
2650 - 2700	474909	851681	1793	-1227744	-2585	-376062	-792
2700 - 2750	147725	302964	2051	-320553	-2170	-17589	-119
2750 - 2800	30933	66977	2165	-77597	-2509	-10620	-343
2800 - 2850	43989	85220	1937	-122557	-2786	-37337	-849
2850 - 2900	74161	146056	1969	-189227	-2552	-43171	-582
2900 - 2950	112811	207163	1836	-222512	-1972	-15349	-136
2950 - 3000	93198	165606	1777	-171472	-1840	-5866	-63
3000 - 3050	52749	90214	1710	-104919	-1989	-14705	-279
3050 - 3100	10920	20552	1882	-24934	-2283	-4382	-401
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>2773854</b>	<b>1857</b>	<b>-3687400</b>	<b>-2468</b>	<b>-913546</b>	<b>-612</b>

Tabelle 3.2: Kleinfleißkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 01/02

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Winterbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Sommerbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Jahresbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]
2550 - 2600	9617	13998	1456	-44696	-4648	-30698	-3192
2600 - 2650	19379	24677	1273	-83172	-4292	-58495	-3018
2650 - 2700	15341	10977	716	-51947	-3386	-40970	-2671
2700 - 2750	16531	5771	349	-37912	-2293	-32141	-1944
2750 - 2800	118685	112639	949	-299548	-2524	-186908	-1575
2800 - 2850	243616	318309	1307	-568628	-2334	-250319	-1028
2850 - 2900	251139	419091	1669	-498722	-1986	-79630	-317
2900 - 2950	129770	171577	1322	-210957	-1626	-39379	-303
2950 - 3000	102169	130379	1276	-164264	-1608	-33886	-332
3000 - 3050	37678	50094	1330	-60733	-1612	-10639	-282
3050 - 3100	988	1397	1414	-1497	-1515	-100	-101
<b>gesamt</b>	<b>944913</b>	<b>1258909</b>	<b>1332</b>	<b>-2022075</b>	<b>-2140</b>	<b>-763166</b>	<b>-808</b>

Tabelle 3.3: Wurtenkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 01/02

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Winterbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Sommerbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Jahresbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]
bis 2550	26506	32798	1237	-111537	-4208	-78739	-2971
2550 - 2600	68558	65992	963	-243039	-3545	-177047	-2582
2600 - 2650	126761	155884	1230	-403894	-3186	-248009	-1957
2650 - 2700	162370	274721	1692	-421195	-2594	-146474	-902
2700 - 2750	72001	109929	1527	-157944	-2194	-48015	-667
2750 - 2800	29921	30508	1020	-74333	-2484	-43824	-1465
2800 - 2850	91422	106832	1169	-216426	-2367	-109594	-1199
2850 - 2900	105236	141219	1342	-206823	-1965	-65604	-623
2900 - 2950	80736	115459	1430	-136261	-1688	-20801	-258
2950 - 3000	98594	145088	1472	-150740	-1529	-5652	-57
3000 - 3050	73953	109339	1478	-108594	-1468	745	10
3050 - 3100	32146	64360	2002	-60349	-1877	4010	125
3100 - 3150	3528	7664	2172	-7152	-2027	512	145
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>1359795</b>	<b>1399</b>	<b>-2298287</b>	<b>-2365</b>	<b>-938492</b>	<b>-966</b>

Tabelle 3.4: Goldbergkees, Winterbilanz 01/02 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
2350 - 2400	32762		32762	53993		53993	1648		1648
2400 - 2450	120205		120205	226344		226344	1883		1883
2450 - 2500	70984		70984	138301		138301	1948		1948
2500 - 2550	23710		23710	44229		44229	1865		1865
2550 - 2600	28553		28553	56761		56761	1988		1988
2600 - 2650	176291		176291	317793		317793	1803		1803
2650 - 2700	474909		474909	851681		851681	1793		1793
2700 - 2750	147725		147725	302964		302964	2051		2051
2750 - 2800	30933	15398	15535	66977	33365	33612	2165	2167	2164
2800 - 2850	43989	42127	1862	85220	81887	3334	1937	1944	1790
2850 - 2900	74161	73126	1035	146056	144171	1885	1969	1972	1821
2900 - 2950	112811	112811		207163	207163		1836	1836	
2950 - 3000	93198	93198		165606	165606		1777	1777	
3000 - 3050	52749	52749		90214	90214		1710	1710	
3050 - 3100	10920	10920		20552	20552		1882	1882	
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>400329</b>	<b>1093571</b>	<b>2773854</b>	<b>742956</b>	<b>2030898</b>	<b>1857</b>	<b>1856</b>	<b>1857</b>

Tabelle 3.5: Wurtenkees, Winterbilanz 01/02 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
bis 2550	26506		26506	32798		32798	1237		1237
2550 - 2600	68558		68558	65992		65992	963		963
2600 - 2650	126761		126761	155884		155884	1230		1230
2650 - 2700	162370		162370	274721		274721	1692		1692
2700 - 2750	72001	12425	59576	109929	6968	102961	1527	561	1728
2750 - 2800	29921	27857	2064	30508	27821	2688	1020	999	1302
2800 - 2850	91422	91202	220	106832	106559	273	1169	1168	1243
2850 - 2900	105236	105236		141219	141219		1342	1342	
2900 - 2950	80736	80736		115459	115459		1430	1430	
2950 - 3000	98594	98594		145088	145088		1472	1472	
3000 - 3050	73953	73953		109339	109339		1478	1478	
3050 - 3100	32146	32146		64360	64360		2002	2002	
3100 - 3150	3528	3528		7664	7664		2172	2172	
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>525677</b>	<b>446055</b>	<b>1359795</b>	<b>724478</b>	<b>635317</b>	<b>1399</b>	<b>1378</b>	<b>1424</b>

Tabelle 3.6: Goldbergkees, Jahresbilanz 01/02 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
2350 - 2400	32762		32762	-60334		-60334	-1842		-1842
2400 - 2450	120205		120205	-137112		-137112	-1141		-1141
2450 - 2500	70984		70984	-16687		-16687	-235		-235
2500 - 2550	23710		23710	1667		1667	70		70
2550 - 2600	28553		28553	-6547		-6547	-229		-229
2600 - 2650	176291		176291	-169452		-169452	-961		-961
2650 - 2700	474909		474909	-376062		-376062	-792		-792
2700 - 2750	147725		147725	-17589		-17589	-119		-119
2750 - 2800	30933	15398	15535	-10620	-8281	-2339	-343	-538	-151
2800 - 2850	43989	42127	1862	-37337	-36679	-658	-849	-871	-353
2850 - 2900	74161	73126	1035	-43171	-42874	-297	-582	-586	-287
2900 - 2950	112811	112811		-15349	-15349		-136	-136	
2950 - 3000	93198	93198		-5866	-5866		-63	-63	
3000 - 3050	52749	52749		-14705	-14705		-279	-279	
3050 - 3100	10920	10920		-4382	-4382		-401	-401	
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>400329</b>	<b>1093571</b>	<b>-913546</b>	<b>-128135</b>	<b>-785411</b>	<b>-612</b>	<b>-320</b>	<b>-718</b>

Tabelle 3.7: Wurtenkees, Jahresbilanz 01/02 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
bis 2550	26506		26506	-78739		-78739	-2971		-2971
2550 - 2600	68558		68558	-177047		-177047	-2582		-2582
2600 - 2650	126761		126761	-248009		-248009	-1957		-1957
2650 - 2700	162370		162370	-146474		-146474	-902		-902
2700 - 2750	72001	12425	59576	-48015	-21070	-26945	-667	-1696	-452
2750 - 2800	29921	27857	2064	-43824	-42434	-1390	-1465	-1523	-674
2800 - 2850	91422	91202	220	-109594	-109488	-106	-1199	-1200	-481
2850 - 2900	105236	105236		-65604	-65604		-623	-623	
2900 - 2950	80736	80736		-20801	-20801		-258	-258	
2950 - 3000	98594	98594		-5652	-5652		-57	-57	
3000 - 3050	73953	73953		745	745		10	10	
3050 - 3100	32146	32146		4010	4010		125	125	
3100 - 3150	3528	3528		512	512		145	145	
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>525677</b>	<b>446055</b>	<b>-938492</b>	<b>-259781</b>	<b>-678711</b>	<b>-966</b>	<b>-494</b>	<b>-1522</b>



Tabelle 3.8: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 01/02, Vergleich der 3 Gletscher

Glaziologische Maßzahl	[ ]	FLK	GOK	WUK	GOK Oben	GOK Unten	WUK Oben	WUK Unten
S (Fläche)	m <sup>2</sup>	944913	1493900	971732	400329	1093571	525677	446055
Sc (Akkumulationsfläche)	m <sup>2</sup>	121369	296403	191947	74497	221906	173904	18043
Sa (Ablationsfläche)	m <sup>2</sup>	823544	1197497	779785	325832	871665	351773	428012
Sc/S		0,13	0,20	0,20	0,19	0,20	0,33	0,04
Sc/Sa		0,15	0,25	0,25	0,23	0,25	0,49	0,04
B (Bilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	-763,2	-913,5	-938,5	-128,1	-785,4	-259,8	-678,7
Bw (Winterbilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	1259	2773,9	1359,8	743,0	2030,9	724,5	635,3
Bs (Sommerbilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	-2022	-3687,4	-2298,3	-871,1	-2816,3	-984,3	-1314,0
Bc (Nettoakkumulation)	10 <sup>6</sup> kg	21,8	62,3	20,04	13,9	48,5	18,26	1,78
Ba (Nettoablation)	10 <sup>6</sup> kg	-785,0	-975,9	-958,5	-142,0	-833,9	-278,0	-680,5
Bw + Bs  (Totalmassenumsatz)	10 <sup>6</sup> kg	3281,0	6461,3	3658,1	1614,0	4847,2	1708,7	1949,3
b (spez. Bilanzvolumen)	kg/m <sup>2</sup>	-807,7	-611,5	-965,8	-320,1	-718,2	-494,2	-1521,6
bw (spez. Winterbilanz)	kg/m <sup>2</sup>	1332,3	1856,8	1399,4	1855,9	1857,1	1378,2	1424,3
bs (spez. Sommerbilanz)	kg/m <sup>2</sup>	-2140,0	-2468,3	-2365,1	-2175,9	-2575,3	-1872,4	-2945,9
bc (spez. Nettoakkumulation)	kg/m <sup>2</sup>	23,1	41,7	20,6	34,6	44,3	34,7	4,0
ba (spez. Nettoablation)	kg/m <sup>2</sup>	-830,7	-653,2	-986,4	-354,7	-762,5	-528,9	-1525,6
bw +  bs  (spez. Totalmassenumsatz)	kg/m <sup>2</sup>	3472,3	4325,1	3764,5	4031,8	4432,5	3250,5	4370,2
bc +  ba  (spez. Nettomassenumsatz)	kg/m <sup>2</sup>	853,8	695,0	1007,0	389,3	806,9	563,6	1529,6
ELA (Gleichgewichtslinie)	m	>3100	>3100	3020	-	-	-	-

## 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 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: Ingeborg Auer, Michael Bailer, Reinhard Böhm, Dietmar Ertl, Thomas Feix, Bernhard Feldbacher, Barbara Hauer, Alois Holzer, Roman Just, Angelika Kiselka, Christine Kitzler, Clemens Köhler, Gernot Koboltschnig, Helga Kromp-Kolb, Clement Millet, Georg Pistotnik, Hugo Seitz, Wolfgang Schöner, Nicole Schwarz, Michaela Sterl, Bertram Weiss, Gernot Weyss, Christoph Wittmann.*

## 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 3.1: Goldbergkees, spezifische Massenbilanzen 01/02 in Abhängigkeit der Seehöhe

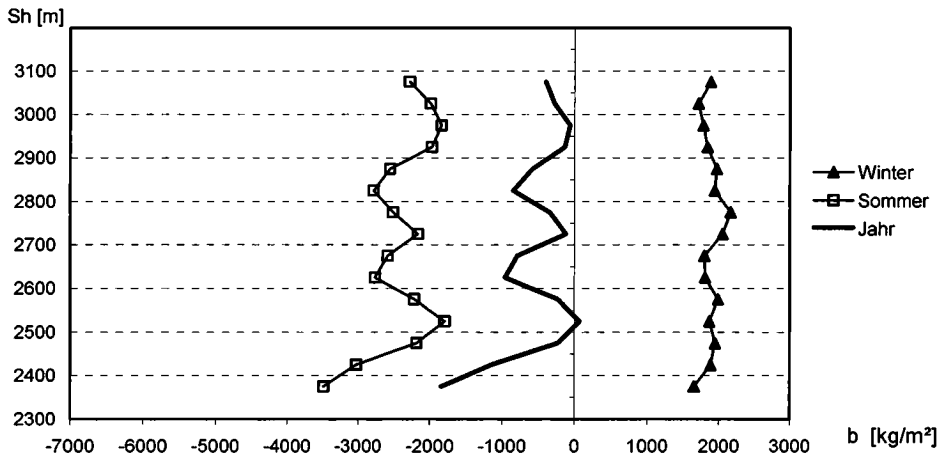


Abbildung 3.2: Kleinfleißkees, spezifische Massenbilanzen 01/02 in Abhängigkeit der Seehöhe

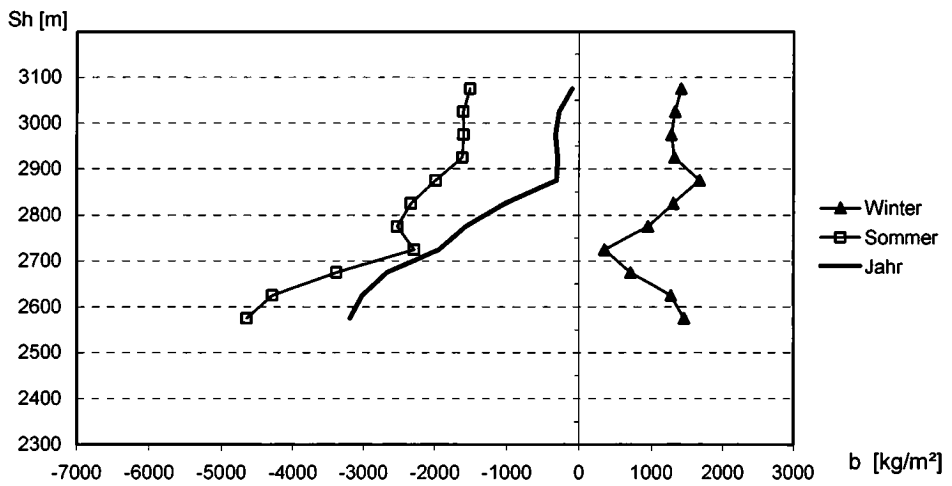
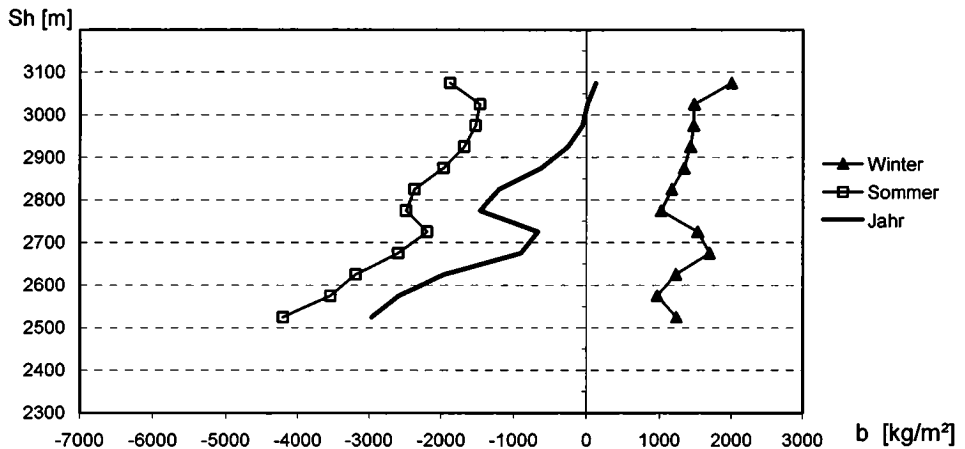
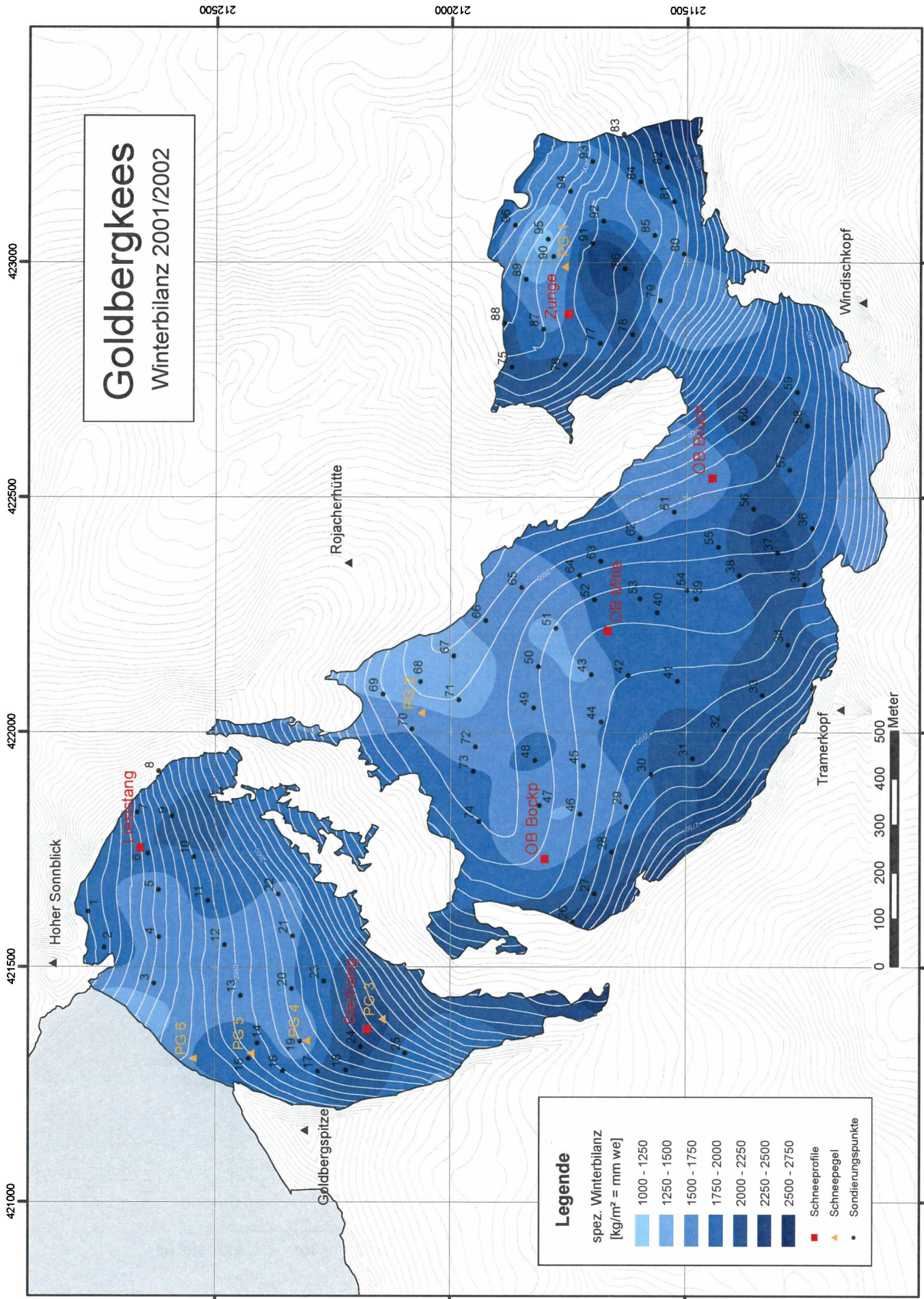


Abbildung 3.3: Wurtenkees, spezifische Massenbilanzen 01/02 in Abhängigkeit der Seehöhe



# Goldbergkees

## Winterbilanz 2001/2002



### Legende

spez. Winterbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

- 1000 - 1250
- 1250 - 1500
- 1500 - 1750
- 1750 - 2000
- 2000 - 2250
- 2250 - 2500
- 2500 - 2750
- Schneeprofile
- Schneepegel
- Sondierungspunkte

421000

421500

422000

422500

423000

212500

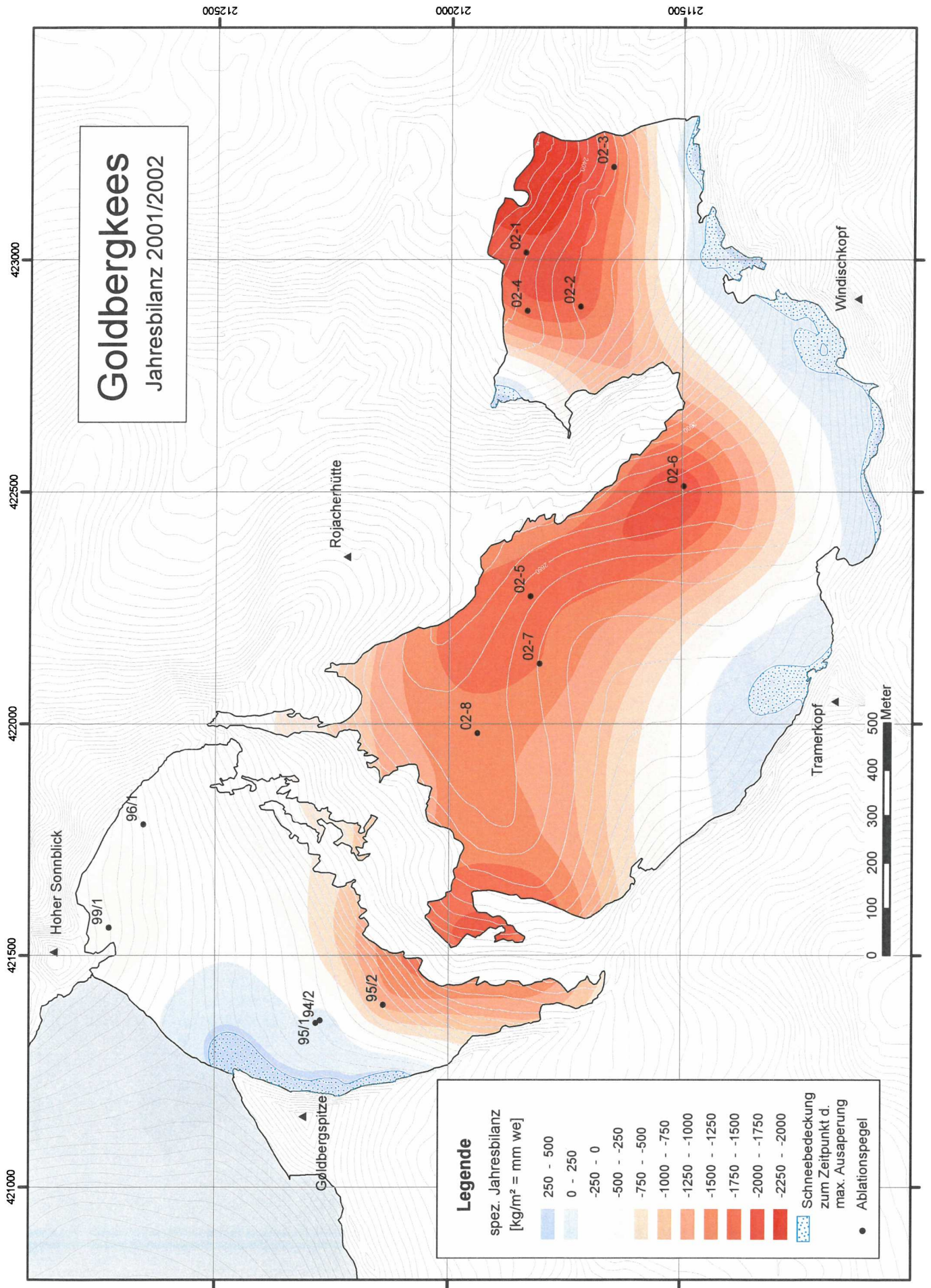
212000

211500



# Goldbergkees

## Jahresbilanz 2001/2002



### Legende

spez. Jahresbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

- 250 - 500
- 0 - 250
- 250 - 0
- 500 - -250
- 750 - -500
- 1000 - -750
- 1250 - -1000
- 1500 - -1250
- 1750 - -1500
- 2000 - -1750
- 2250 - -2000

- Schnebedeckung zum Zeitpunkt d. max. Ausparung
- Ablationspegel














# Kleinfleißkees

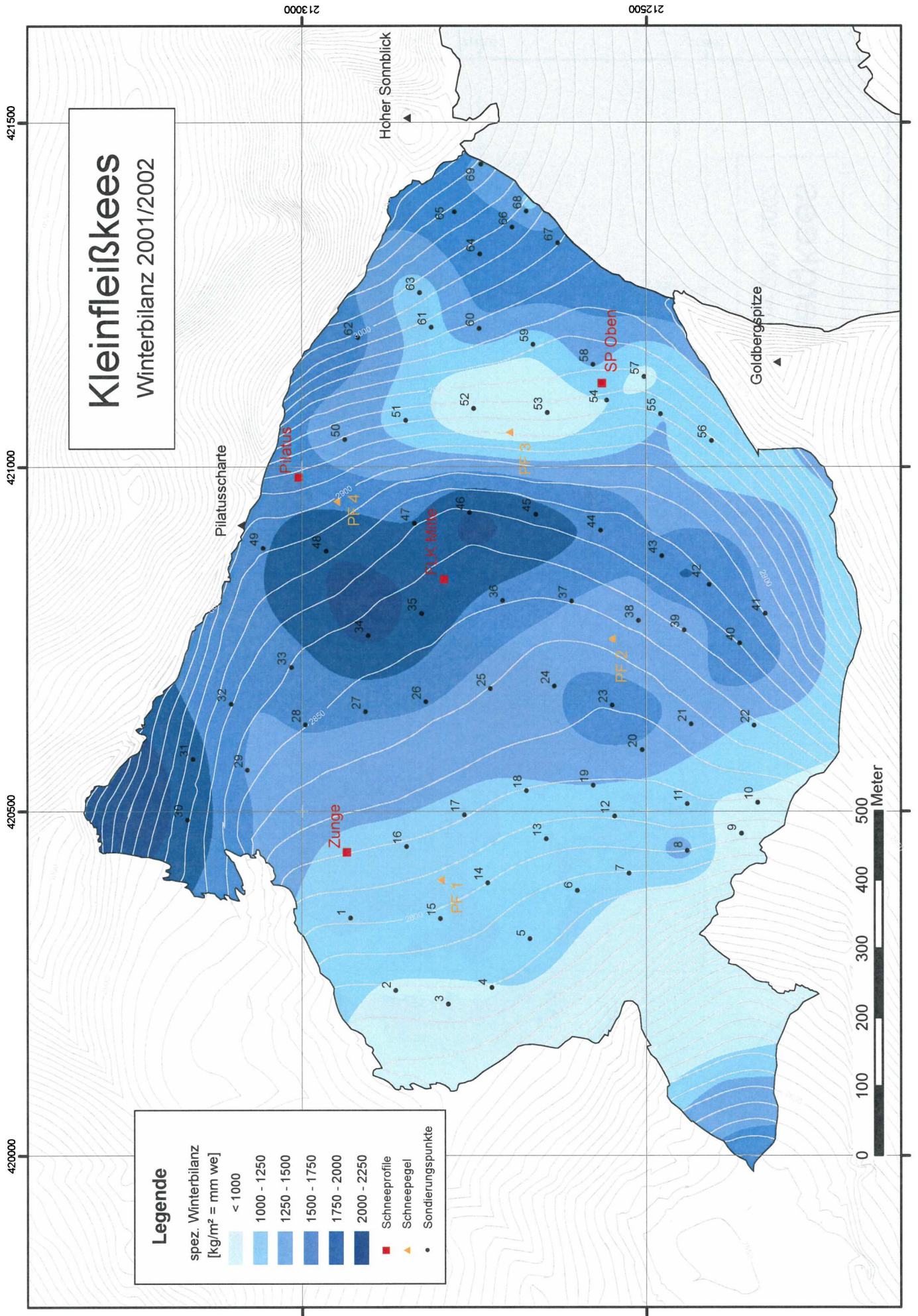
## Winterbilanz 2001/2002

**Legende**

spez. Winterbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

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

-  Schneeprofile
-  Schneepiegel
-  Sondierungspunkte



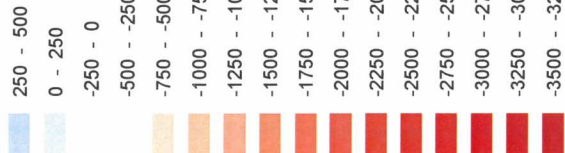


# Kleinfleißkees

## Jahresbilanz 2001/2002

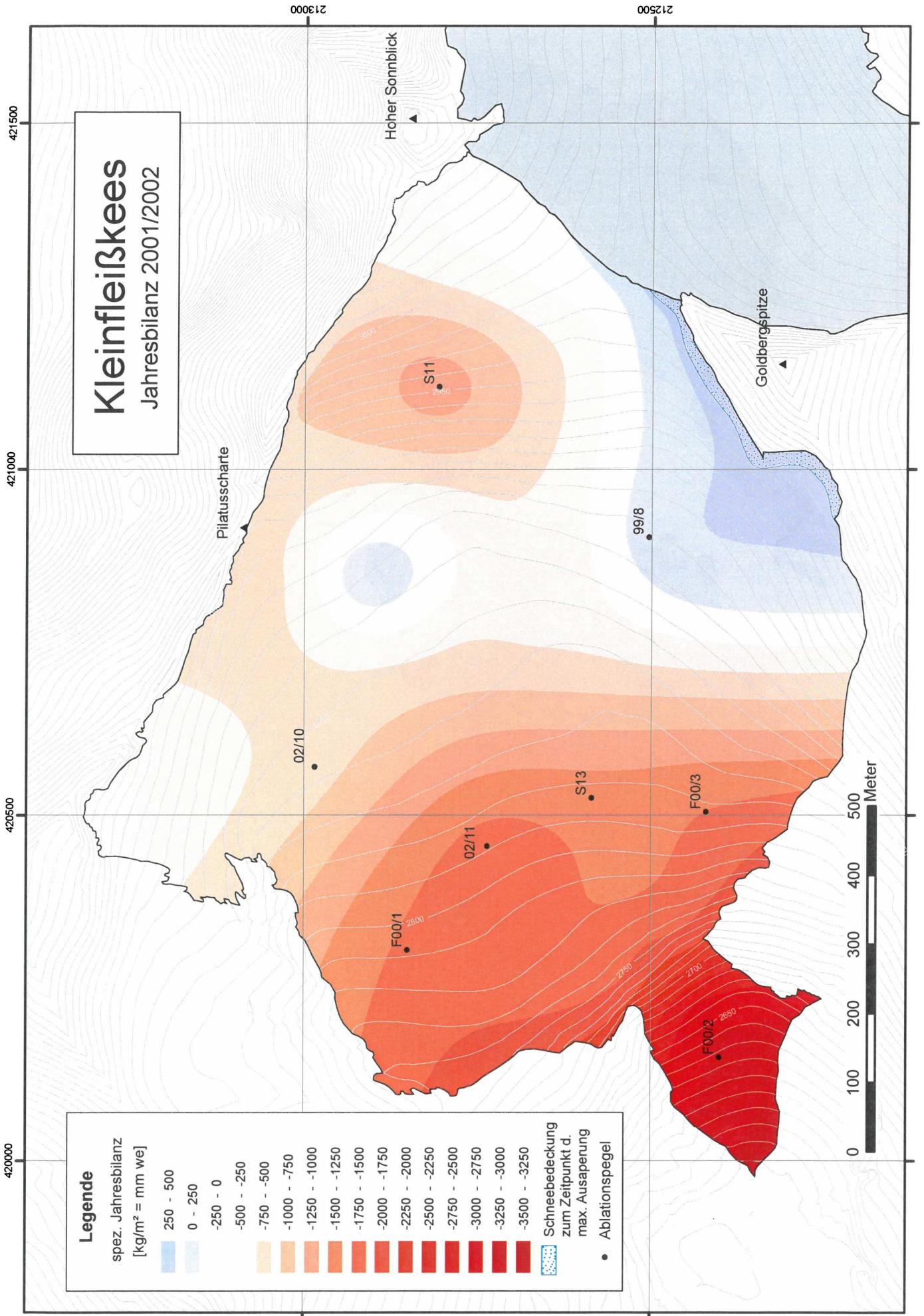
### Legende

spez. Jahresbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]



Schneebedeckung  
zum Zeitpunkt d.  
max. Ausaperung

• Ablationspegel



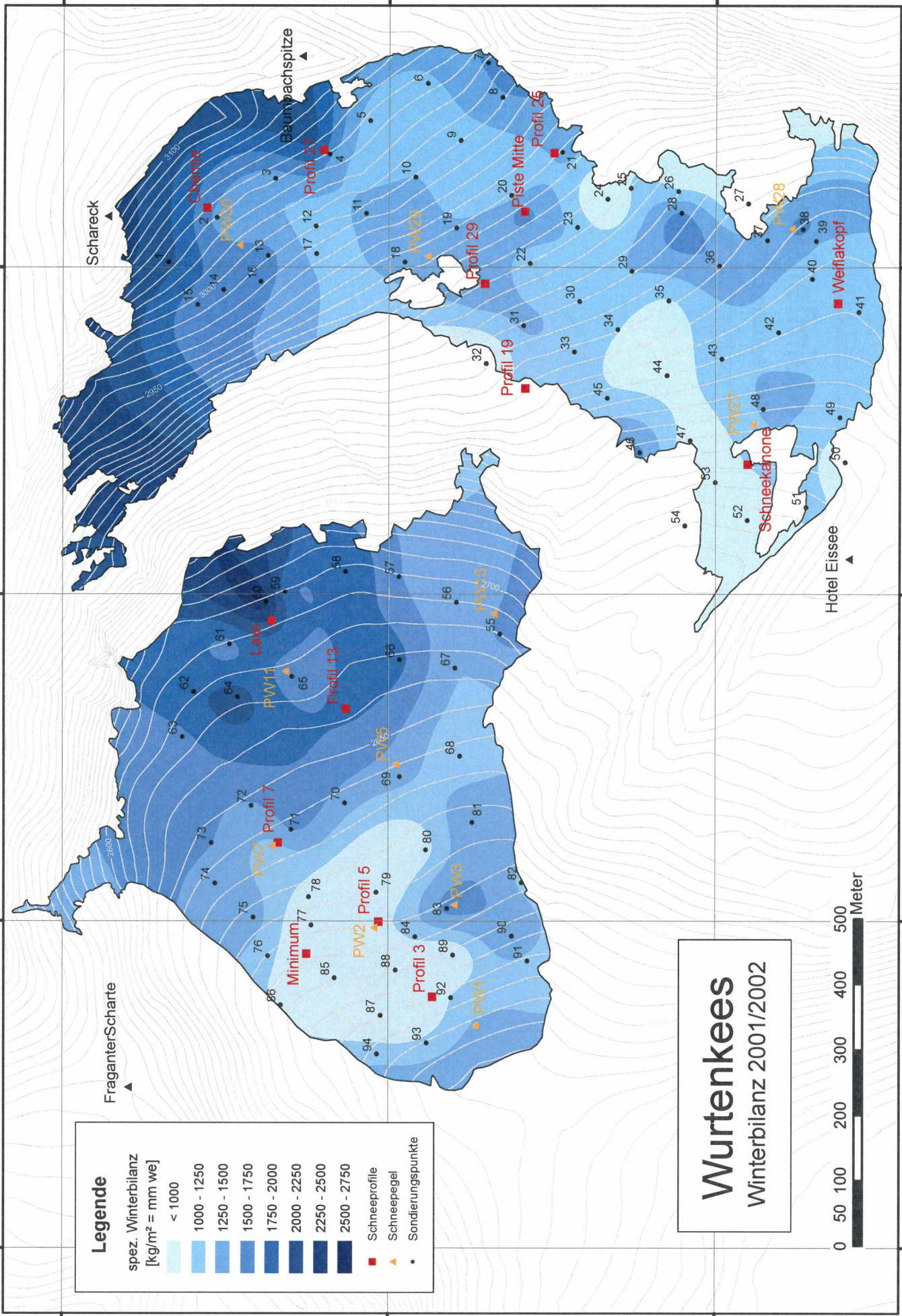


424500 425500 426500

211500

21000

210500



### Legende

spez. Winterbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

- < 1000
- 1000 - 1250
- 1250 - 1500
- 1500 - 1750
- 1750 - 2000
- 2000 - 2250
- 2250 - 2500
- 2500 - 2750

- Schneeprofile
- Schneepiegel
- Sondierungspunkte

# Wurtenkees

## Winterbilanz 2001/2002



FraganterScharte ▲

Schareck ▲

Baumbachspitze ▲

Hotel Eissee ▲

Chemo

Lowe

Minimum

Piste Mitte

Schneekahone

Weiflaktopf

PW120

PW11

PW2

PW19

PW27

PW28

Profil 27

Profil 13

Profil 5

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

PW3

PW23

PW23

PW23

Profil 19

Profil 7

Profil 3

Profil 29

Profil 25

Profil 19

PW23

PW5

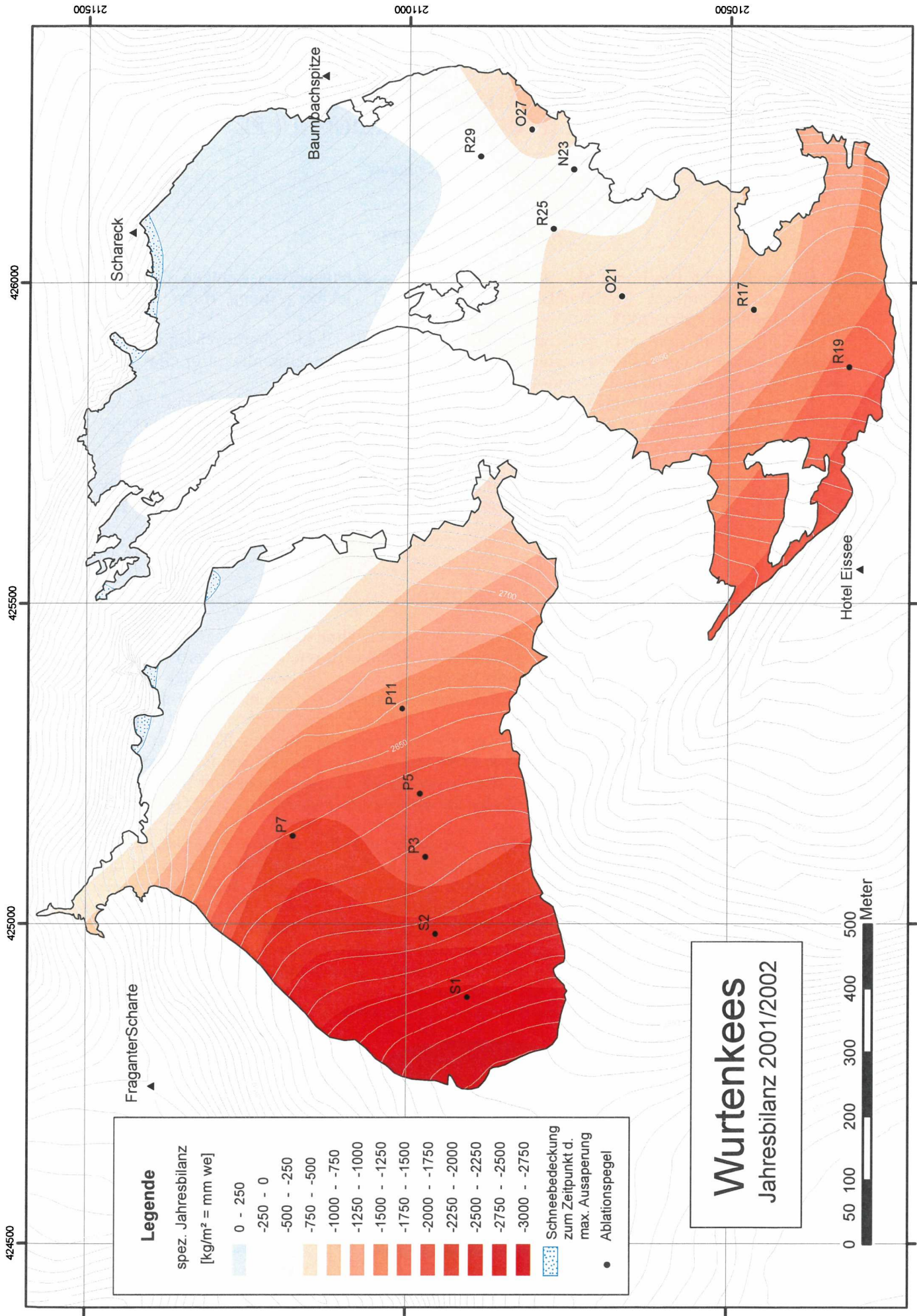
PW3

PW23

PW23

PW23





**Legende**

spez. Jahresbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = 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

Schneebedeckung zum Zeitpunkt d. max. Ausaperung  
 Ablationspegel

**Wurtenkees**  
Jahresbilanz 2001/2002

