

Programm "Wasser- und Eishaushaltmessungen im Stubachtal"
(Massenbilanzmessreihe vom Stubacher Sonnblickkees)

E r g e b n i s b e r i c h t f ü r 2 0 0 1

Zusammenfassung

Das Haushaltsjahr 2000/01 - das 38. Messjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 - endete mit einer mäßig negativen Bilanz von $-39,9 \text{ g/cm}^2$ mittlerer spezifischer Nettobilanz oder $-0,599 \text{ Mio. m}^3$ Netto-Massenverlust. Das Haushaltsjahr endete am 31. 8. 2001. In den 38 Jahren waren 18 Haushaltsjahre positiv und 20 negativ, seit 1982 endeten von den 20 Haushaltsjahren 16 negativ. Die Gleichgewichtslinie lag am 26.8.2002 am Ende des Haushaltsjahres in einer Höhe von 2.840 m, um 18 m tiefer als die mittlere Höhenlage 1982 bis 2000 (2.832 m).

Von den Klimadaten der Station Rudolfshütte für 2000/01 fällt der überdurchschnittliche Niederschlag sowohl im Winterhalbjahr als auch im Sommerhalbjahr auf; das Temperaturmittel der Hauptablationsperiode Juni bis September war mit $5,4^\circ$ um $0,4^\circ$ unter dem Mittel (1980 – 2001).

Seit 1982 wurden $-19,45 \text{ Mio m}^3$ (mittlere spezifische Bilanz $-11,83 \text{ m}$) abgebaut, der Längenverlust betrug seit 1982 $-42,1 \text{ m}$.

Der Zufluss in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 2000/01 $12,55 \text{ Mio m}^3$ und lag mit 84% unter dem langjährigen Mittel 1942-2001 von $14,88 \text{ Mio m}^3$. Die Jahresabflusshöhe im Einzugsgebiet war 2.368 mm (Mittel 1942-00 2.808 mm).

Aus der Wasserhaushaltsgleichung lässt sich eine Jahresniederschlagshöhe von $2.705 \text{ mm} \pm 8,4 \%$ abschätzen. Die Gletscherspende war $4,5 \%$.

1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 2000/01

In diesem Jahr wurde zum 38. mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 21 mal über die maximale Ausaperung).

1.1. Witterungsverlauf 2000/01

Vergleicht man den Jahresverlauf der glazialmeteorologisch wichtigen Parameter: Temperatur, Niederschlag und Schneehöhe sowie fester Niederschlag, gewonnen aus den Klimadaten der Station Rudolfshütte (2.304 m), so ergibt sich für das Haushaltsjahr 2000/01 folgendes Bild:

Temperatur (Tab. 1, Abb. 1 und 2):

Das Jahresmittel der Temperatur lag im hydrologischen Jahr 2000/01 bei 0° und war somit leicht über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2001 ($-0,6^\circ$). Das Temperaturmittel für das Winterhalbjahr von $-3,5^\circ$ lag deutlich über dem Mittelwert von $-4,9^\circ$, für das Sommerhalbjahr entsprach es mit $+3,6^\circ$ dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2001 von $3,7^\circ$.

Im Frühwinter mit den Monaten November und Dezember 2000 stellte sich eine Phase mit Temperaturen immer über dem langjährigen Mittel ($> 1^\circ$) ein, während die Monate Jänner und Februar 2001 dem Mittel entsprachen. Der März hingegen war ungewöhnlich mild und war mit $-2,9^\circ$ um $+2,9^\circ$ zu warm.

Im Sommerhalbjahr lag die Mitteltemperatur im Mai um 2,6° über dem langjährigen Mittel von 1,5°. In den Monaten Juni und Juli waren die Abweichungen nur gering. Gegensätzlich waren die beiden Hochsommermonate: Der August war um 1,7° zu warm, dagegen der September sehr kühl, die Temperaturabweichung betrug -3,7°. Der Oktober hingegen stellte sich als extrem zu warm heraus, das Mittel lag mit 5,2° um 3,5° über dem langjährigen Mittel. Der sehr kalte Dezember mit -10,1° war um -3,6° kälter als das Mittel von 1980 bis 2001.

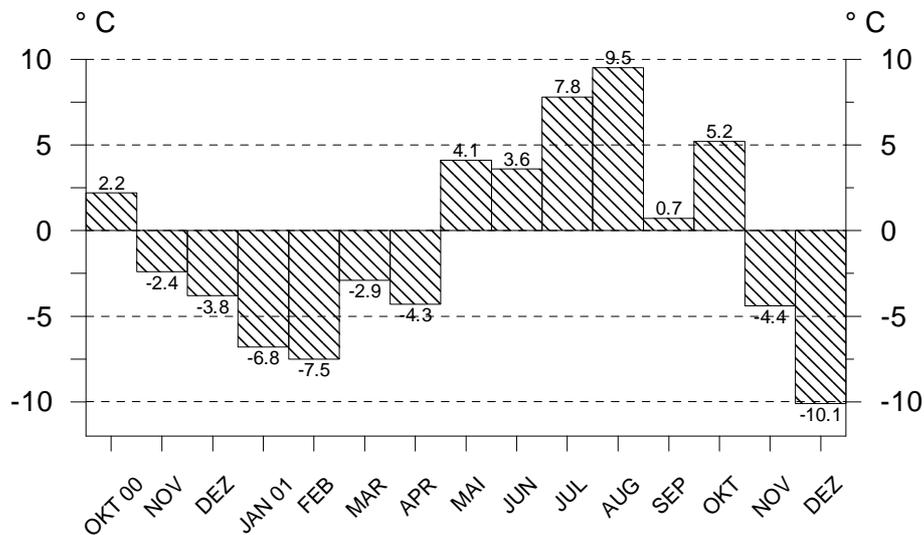


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 2000/01 an der Station Rudolfshütte (°C)

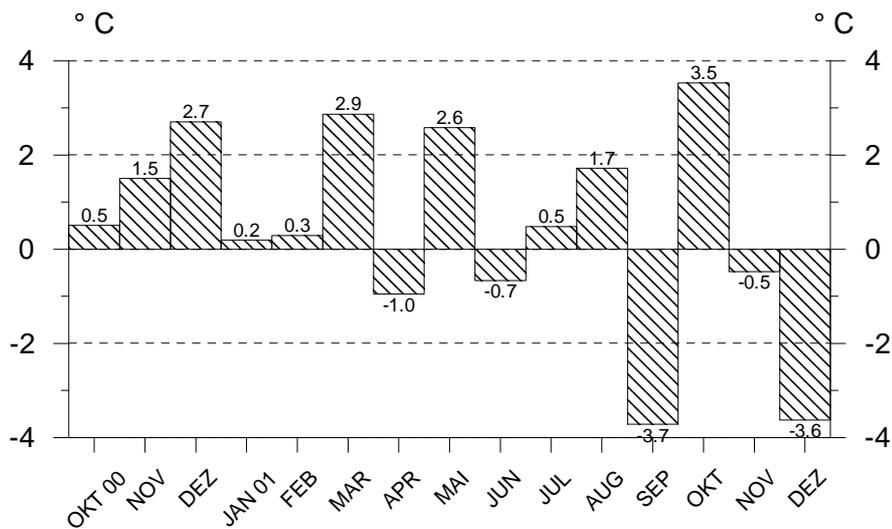


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur vom Mittel 1980-2001 (°C).

Niederschlag (Tab.1, Abb. 3 und 4):

Sowohl der hydrologische Winter mit einer Niederschlagssumme von 1.125 mm (Mittelwert 949 mm) als auch der Sommer mit 1.603 mm gegenüber 1.326 mm waren zu feucht.

Das Winterhalbjahr 2000/01 begann mit einem niederschlagsreichen Oktober, es fielen mit 227 mm 177% des Mittels der Jahre 1981-2001. Die Monate November und Dezember 2000 wiesen mit 80% Werte unter dem Durchschnitt auf. Der Februar mit einer Niederschlagssumme von 255 mm war um 78% über dem Mittel.

Im hydrologischen Sommer kam es zu starken monatlichen Schwankungen, wobei die Monate April, Juni und September signifikant über und Mai, Juli und August unter dem Mittel lagen. Die stärksten Abweichungen traten im April mit 192% und im Juli mit 55% des langjährigen Mittels 1980 bis 2001 auf.

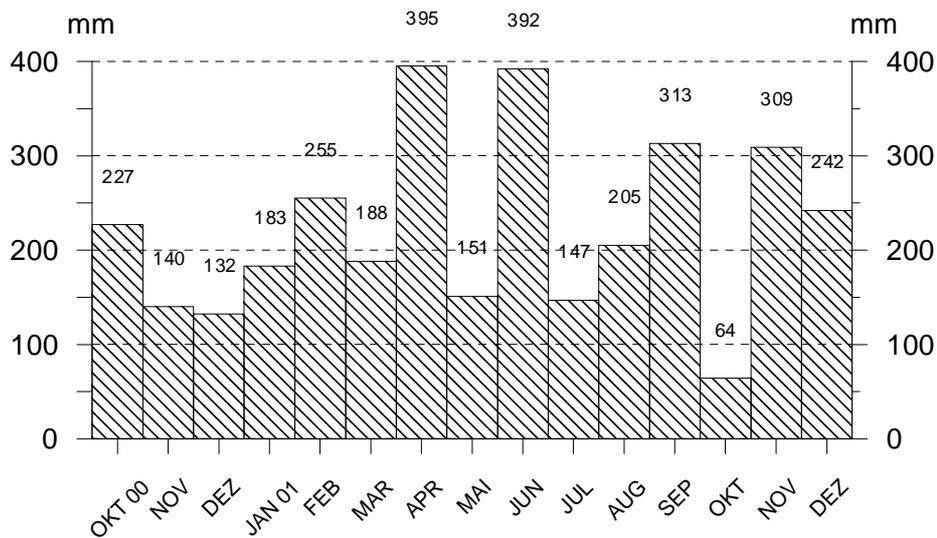


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlags 2000/01 an der Station Rudolfshütte (in mm)

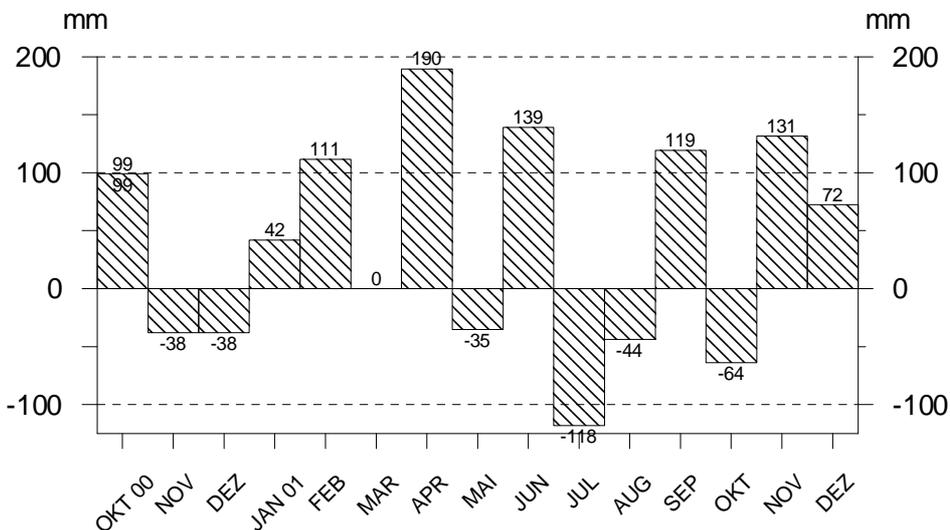


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlags vom Mittel 1981-2001 (in mm)

Schneehöhe am Unteren Boden des SSK in 2.530 m Seehöhe (Tab. 2, Abb. 5 und 6):

Die Schneehöhen waren im Frühwinter 2000/01 unterdurchschnittlich und im Hochwinter mehr oder weniger im Mittel. Im Spätwinter 2000 entsprachen die Schneehöhen etwa Mittel der Jahre 1980 bis 2001.

Am 1. Mai wurden am Unteren Boden 5,2 m Gesamtschneehöhe gemessen, das waren um 64 cm mehr als das Mittel von 1980-2001. Am 1. August lagen noch 80 cm Altschnee am Unteren Boden, im Laufe des Monats aperte jedoch das Eis aus. Mit dem Ende des Haushaltsjahres am 31. 8.01 begann der Aufbau der Schneedecke des nächsten Haushaltsjahres.

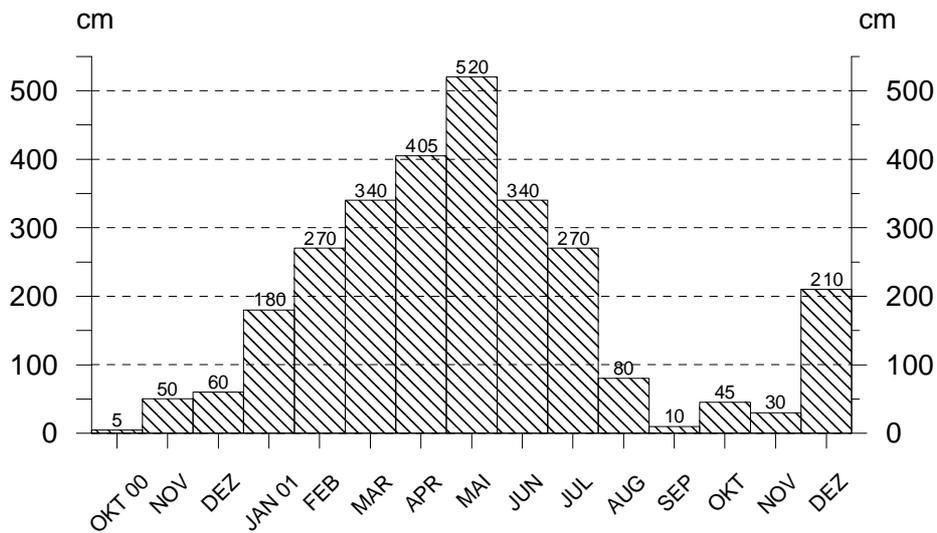


Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2000/01 (gemessen am 1. jeden Monats)

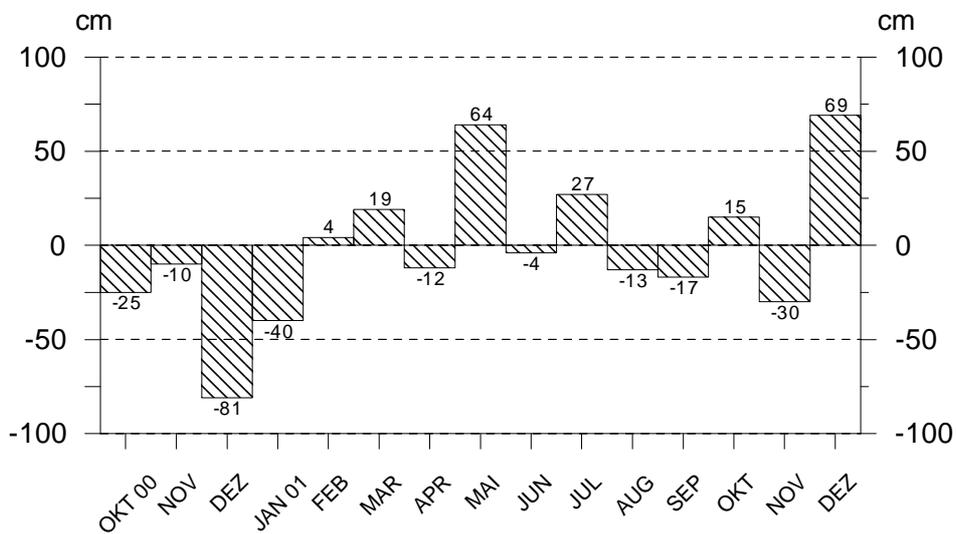


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) vom Mittel der Jahre 1980 - 2001.

Fester Niederschlag - Schnee etc. und 50% von Schnee und Regen gemischt (Tab. 2, Abb. 7 und 8):

Sehr auffällig ist die starke negative Abweichung im Monat Mai von -48% im Vergleich zum langjährigen Mittel von 1980-1990 entsprechend der hohen Temperaturen, womit die winterliche Akkumulationsperiode verkürzt wurde. Im Juni war die Abweichung des Anteils am festen Niederschläge 13,4%, weshalb die Neuschneefälle die Abschmelzung des Altschnees verzögerten. Der September mit einer positiven Abweichung von +16,7% bewirkte, dass die Schneefälle eine neuerliche Ausaperung verhinderten.

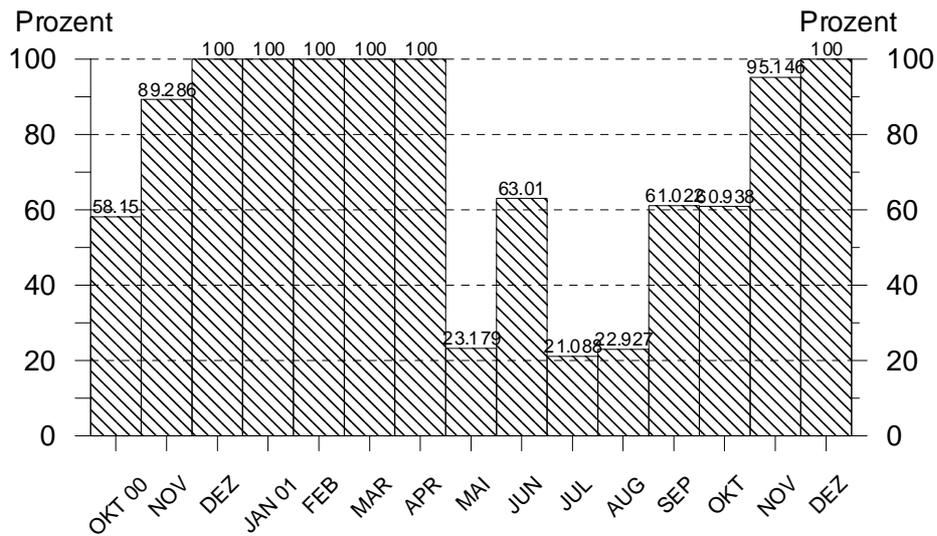


Abb. 7: Anteil des festen Niederschlages 2000/01 an der monatlichen Gesamtniederschlagsmenge

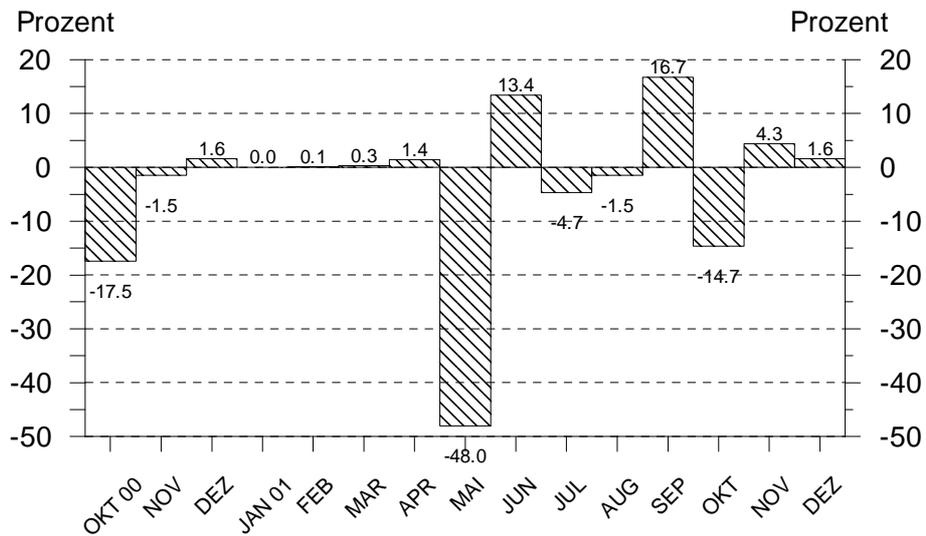


Abb. 8: Abweichung des Anteiles am monatlichen Festniederschlag 2000/01 vom langjährigen Mittel 1980 – 1990

	Temperatur	Mittelwerte	Niederschlag	Mittelwerte
	2000/01	1980-2001	2000/01	1981-2001
Oktober 2000	2,2	1,7	227	128
November	-2,4	-3,9	140	178
Dezember	-3,8	-6,5	132	170
Januar 2001	-6,8	-7,0	183	141
Februar	-7,5	-7,8	255	144
März	-2,9	-5,8	188	188
April	-4,3	-3,3	395	205
Mai	4,1	1,5	151	186
Juni	3,6	4,3	392	253
Juli	7,8	7,3	147	265
August	9,5	7,8	205	249
September	0,7	4,4	313	194
Oktober	5,2	1,7	64	128
November	-4,4	-3,9	309	178
Dezember	-10,1	-6,5	242	170
Hydr. Winter	-3,5	-4,9	1125	949
Hydr. Sommer	3,6	3,7	1603	1353
Hydr. Jahr 2000/01	0,0	-0,6	2728	2301
Kalenderjahr 2001	-0,4	-0,6	2844	2300

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 2000/01 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw. 1981) bis 2001

	Schneehöhen	Mittelwert	Anteil	Mittelwert
	2000/01	1980-2001	2000/01	1980-1990
Oktober 2000	5	30	58,1	75,6
November	50	60	89,3	90,8
Dezember	60	141	100,0	98,4
Januar 2001	180	220	100,0	100,0
Februar	270	266	100,0	99,9
März	340	321	100,0	99,7
April	405	407	100,0	98,6
Mai	520	417	23,2	71,2
Juni	340	344	63,0	49,6
Juli	270	243	21,1	25,8
August	80	93	22,9	24,4
September	10	27	61,0	44,3
Oktober	45	30	60,9	75,6
November	30	60	95,1	90,8
Dezember	210	141	100,0	98,4

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnblickkees (Unterer Boden 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2000/01 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 - 2001 (gemessen am 1. des jeweiligen Monats) und Anteil des festen Niederschlages am Gesamtniederschlag in % verglichen mit den Mittelwerten der Jahre 1980 bis 1990.

Überblick über die klimatischen Verhältnisse 2000/01 an der Station Rudolfshütte:

Das Winterhalbjahr (-3,5 °C) war um 1,4 °C zu warm, der Niederschlag mit 1125 mm überdurchschnittlich. Der Sommer war mit +3,6 °C durchschnittlich temperiert (1980 bis 2001 +3,7 °C). Das Jahresmittel der Temperatur lag im hydrologischen Jahr 2000/01 bei 0 °C und wich damit wenig vom dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2001 mit - 0,6 °C ab. Der Niederschlag (am Ombrometer Rudolfshütte) im hydrologischen Jahr lag mit 2.728 mm um mehr als 427 mm über dem Mittel der Jahre 1981 bis 2001 von 2.301 mm. Das Temperaturmittel in der Hauptablationsperiode Juni bis September betrug 2001 5,4 °C und war damit 0,5 °C unter dem Mittel 1980 bis 2001 von 5,9 °C.

1.2. Berechnung der Massenbilanz 2000/01

1.2.1. Bestimmung der Akkumulations- und Ablationsflächen der maximalen Ausaperung

Die Massenbilanz des SSK wird seit 1981 aus dem Flächenverhältnis S_C/S (Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche) ermittelt. Diese Beziehung wurde aus der 19-jährigen Messreihe mit direkten Massenbilanzmessungen gewonnen. Voraussetzung dafür ist die Erfassung der glaziologisch sehr aussagekräftigen maximalen Ausaperung (die der maximalen Höhenlage der Altschneelinie bzw. Gleichgewichtslinie am Ende des Haushaltsjahres entspricht). Es ist daher notwendig, ab etwa 20. August bis Mitte Oktober, die Ausaperung laufend durch Fotos und Kartierungen zu verfolgen, um mit Sicherheit die maximale Ausaperung zu erfassen. Wie im Vorjahr wurde die Ausaperung photographisch festgehalten. Dabei sollte wiederum ein möglichst nahe der maximalen Ausaperung liegender Stand dokumentiert werden, um damit die Akkumulations- und Ablationsflächen auswerten zu können.

Mit Fotos, Kartierungen und unter Zuhilfenahme früherer, ähnlicher Ausaperungszustände wurde die Ausaperung für den 31. August 2001 bestimmt und die Karte für die maximale Ausaperung gezeichnet (Abb. 10).

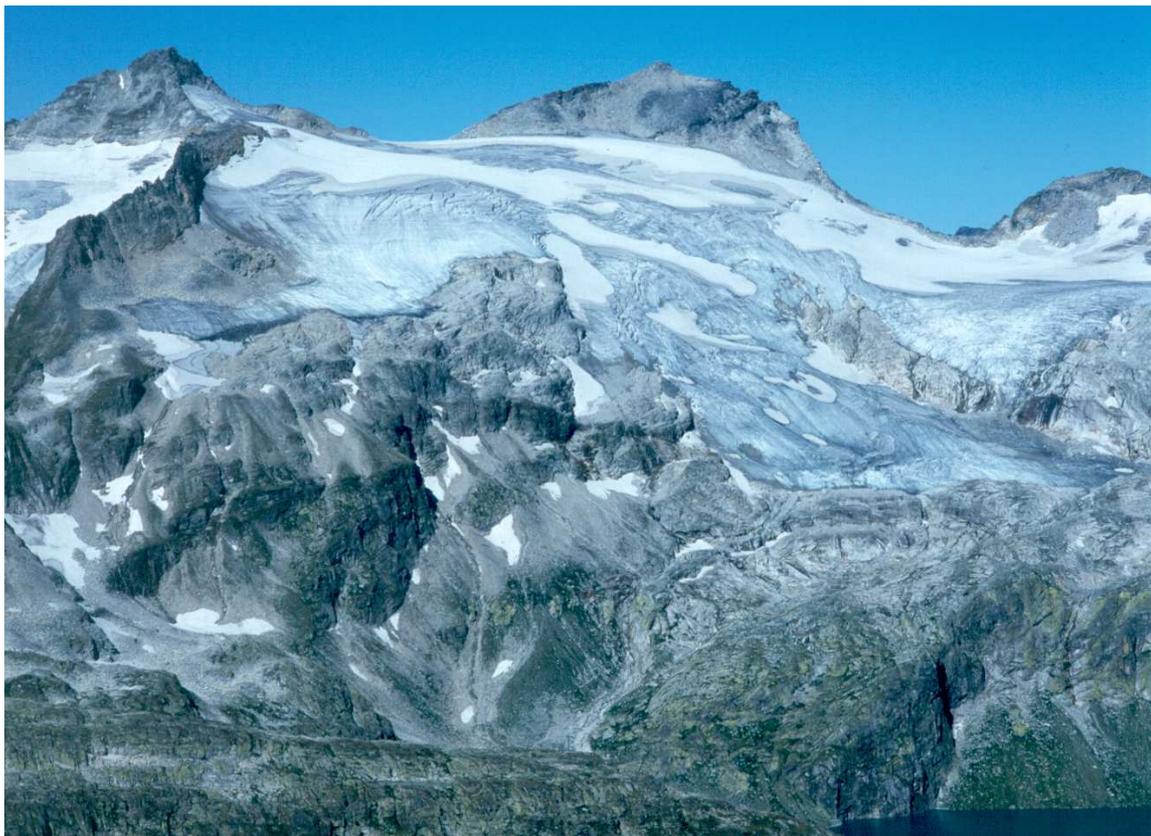


Abb. 9: Das Stubacher Sonnblickkees am 29. August 2001 vom Totenkopfkees, Hoher Sand, aus (Foto: H. Slupetzky).

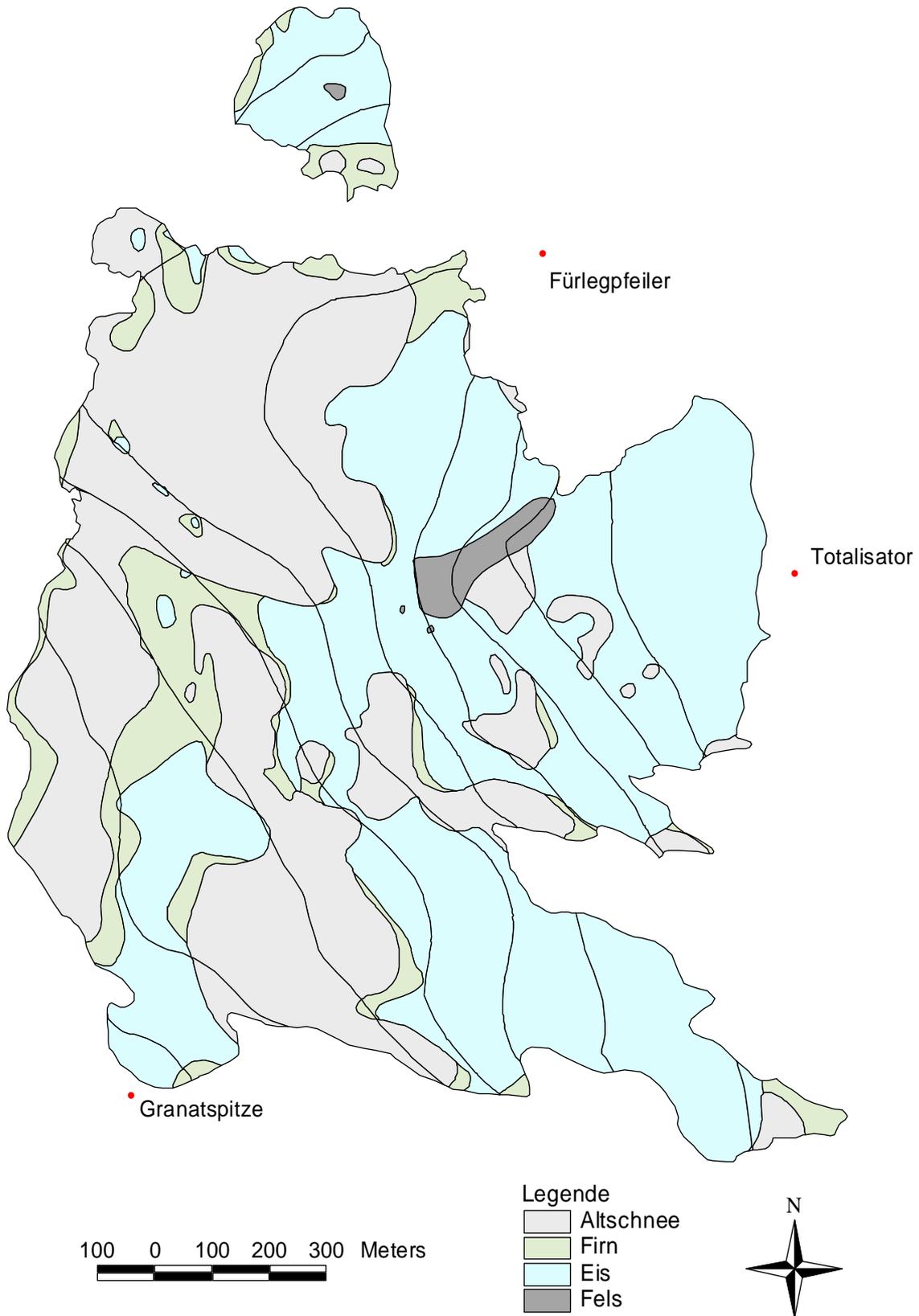


Abb. 10: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblickkeeses am 31.8.2001

Die Digitalisierung der Karte der maximalen Ausaperung nach Altschnee-, Firn- und Eisflächen je 50-m Höhenstufen im Originalmaßstab 1:5.000 ergab die entsprechenden Flächenwerte (Tab. 3), mit denen in weiterer Folge die Massenbilanz des SSK und Filleckkeeses berechnet wurde.

Filleckkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2800- 2850	2288	7606	6779	14385	16674
2850- 2900	-	-	25888	25888	25888
2900- 2950	-	3361	15657	19018	19018
Gesamt	2288	10968	48324	59292	61581
Sonnblickkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2550	1476	-	113796	113796	115272
2550- 2600	9238	-	53465	53465	62703
2600- 2650	11587	428	42501	42929	54516
2650- 2700	18632	6805	68200	75006	93639
2700- 2750	72419	11088	151588	162677	235096
2750- 2800	164910	19086	73936	93022	257932
2800- 2850	61304	12700	92953	105654	166959
2850- 2900	95430	37329	29758	67087	162518
2900- 2950	102902	27201	46161	73362	176265
2950- 3000	56039	20141	30701	50842	106881
3000- 3050	-	548	8006	8554	8554
Gesamt	593941	135329	711069	846398	1440339
Sonnblickkees und Filleckkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2550	1476	-	113796	113796	115272
2550- 2600	9238	-	53465	53465	62703
2600- 2650	11587	428	42501	42929	54516
2650- 2700	18632	6805	68200	75006	93639
2700- 2750	72419	11088	151588	162677	235096
2750- 2800	164910	19086	73936	93022	257932
2800- 2850	63593	20306	99733	120040	183633
2850- 2900	95430	37329	55646	92975	188406
2900- 2950	102902	30563	61818	92381	195284
2950- 3000	56039	20141	30701	50842	106881
3000- 3050	-	548	8006	8554	8554
Gesamt	596229	146297	759394	905691	1501921

Tab. 3: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m² (Stand der Ausaperung: 31.8.2001)

Wie alljährlich wurde während der Monate Juli, August und im September die Ausaperung durch Fotos und Kartierung festgehalten. Besonders mit den Fotos und der Kartierung zwischen 26. und 30.8. konnte die Karte der maximalen Ausaperung, die diesmal früh, am 31. August 2001 war, gezeichnet werden.

Der Schneefall am 1. September beendete schon sehr früh das Haushaltsjahr; an der Station Rudolfshütte und am Unteren Boden des Sonnblickkeeses wurden am 1. 9. früh 10 cm Neuschnee gemessen. Bis zum 9.9. lagen am Gletscher 70 cm Schnee; der Gletscher aperte nicht mehr aus.

Die Auswertung des Messfluges vom 14.9.99 durch die DLR (Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum in Berlin) verzögerte sich leider weiter, sodass noch keine neue Gletscherkarte für die Berechnung der Massenbilanz zur Verfügung stand; es wurde wieder die Kartengrundlage von 1990 verwendet.

1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 2000/2001 wurde aus dem Flächenverhältnis S_C/S (Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche) bzw. aus dem negativen (B_a/S) und positiven (B_c/S) Anteil am spezifischen Nettomassenumsatz berechnet. Es wurden folgende Gleichungen verwendet:

$$b_c = 29,19 \cdot (-\log(1-S_C/S))^{1,125}$$

$$b_a = -56,808 \cdot \log(S_C/S) + 0,925$$

Daraus ergeben sich für das Haushaltjahr 2000/2001 folgende Massenbilanzwerte:

Spezifische Nettoakkumulation: $b_c = +13,55 \text{ g/cm}^2$

Spezifische Nettoablation: $b_a = -53,45 \text{ g/cm}^2$

Mittl. spez. Nettobilanz: $b = -39,90 \text{ g/cm}^2$

Die Massenbilanz des SSK 2000/2001 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

$S_C \text{ km}^2$	$b_c \text{ g/cm}^2$	$B_c 10^6 \text{ m}^3$	$S_a \text{ km}^2$	$b_a \text{ g/cm}^2$	$B_a 10^6 \text{ m}^3$	$S \text{ km}^2$
0,596	13,55	0,204	0,906	-53,45	-0,803	1,502
$B 10^6 \text{ m}^3$	$B \text{ g/cm}^2$	S_C/S	S_C/S_a	GW	natürliches Haushaltsjahr	
-0,599	-39,90	0,397	0,658	2840 m	18.10.00-31.08.01	

(S_C = Akkumulationsfläche, S_a = Ablationsfläche, S = Gletscherfläche, B = Nettobilanz, b = mittlere spezifische Nettomassenbilanz, S_C/S = Flächenverhältnis Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche, S_C/S_a = Flächenverhältnis Akkumulationsgebiet zu Ablationsgebiet, GW = Gleichgewichtslinie)

Das SSK hatte mit einer mittleren spezifischen Massenbilanz von -39,9 cm eine mäßig negative Bilanz. Die Begründung liegt in einem überdurchschnittlichen Winterniederschlag der zu einer maximalen Schneehöhe im Mai von 520 cm am Unteren Boden führte. Im viel zu warmen Mai schmolz jedoch der Schnee erheblich ab. Jedoch im weitgehend durchschnittlich temperierten Juni und Juli wurde die Schneedecke nicht zu schnell abgebaut, am 1. August lagen am Unteren Boden noch 80 cm Altschnee. Der zu warme August verhinderte eine bis dahin möglich erscheinende positive Massenbilanz. Andererseits hatte der kühle September mit dem frühen Haushaltsende am 1. 9. zu Folge, dass das Haushaltjahr nicht stärker negativ endete.

1.3. Die Längenmessungen und weitere Beobachtungen

Die Längenänderung des Stubacher Sonnblickkeeses wurde - im Rahmen der OeAV-Gletschermessungen – zunächst am 24.8.01 gemessen, es ergab sich ein Rückschmelzen von -0,6 m. Am 15. 10. wurde eine Wiederholungsmessung durchgeführt; der Rückschmelzbetrag 2000/01 betrug endgültig -1,5 m.

Vom 18. auf den 19. Oktober 2001 ging ein Eissturz von ca. 15.000 m³ vom Filleckeisbruch nieder (dessen Abgang im August 1999 für die nächsten 2 Jahre vorhergesagt war). Damit ist die Eisverbindung unterbrochen und es besteht nun eine durchgehende Felsstufe. – Im „Gehänge“ des Gletschers werden in naher Zukunft weitere Felsfenster aufgehen. – Der Eisrandsee ist kaum größer geworden. – Der Eissee am Filleck ist immer noch vorhanden, war aber nur wenig offen.

2. Niederschlagswerte 2000/01 bzw. 2001 in den Einzugsgebieten der Speicher Weißsee und Tauernmoossee

Bei den fünf Totalisatoren wurden auch in diesem Jahr die Ablesungen am 1. jeden Monats durchgeführt, außer der Totalisator Landeckbach, der jeweils am 2. abgelesen wurde. In diesem Fall wurde eine Reduktion auf Monatswerte mit Hilfe der Station RH durchgeführt.

Die Ergebnisse der monatlichen Niederschlagsmessungen (bzw. die Abweichungen vom langjährigen Mittel über ±100 mm) mit Totalisatoren sind in Tabelle 4, die Jahresniederschläge in Tabelle 5 zusammengestellt (für den Ombrometer RH: Tabelle 1).

Die Schwankungen des Monatsniederschlags bei den Totalisatoren Weißsee und Tauernmoossee (Alpennordseite) und Landeckbach (Alpensüdseite) zeigt Abb. 11, die Abweichungen des Mittelwertes aus den Totalisatoren Weißsee, Kaiser Tauern und Sonnblickkees Abb. 12

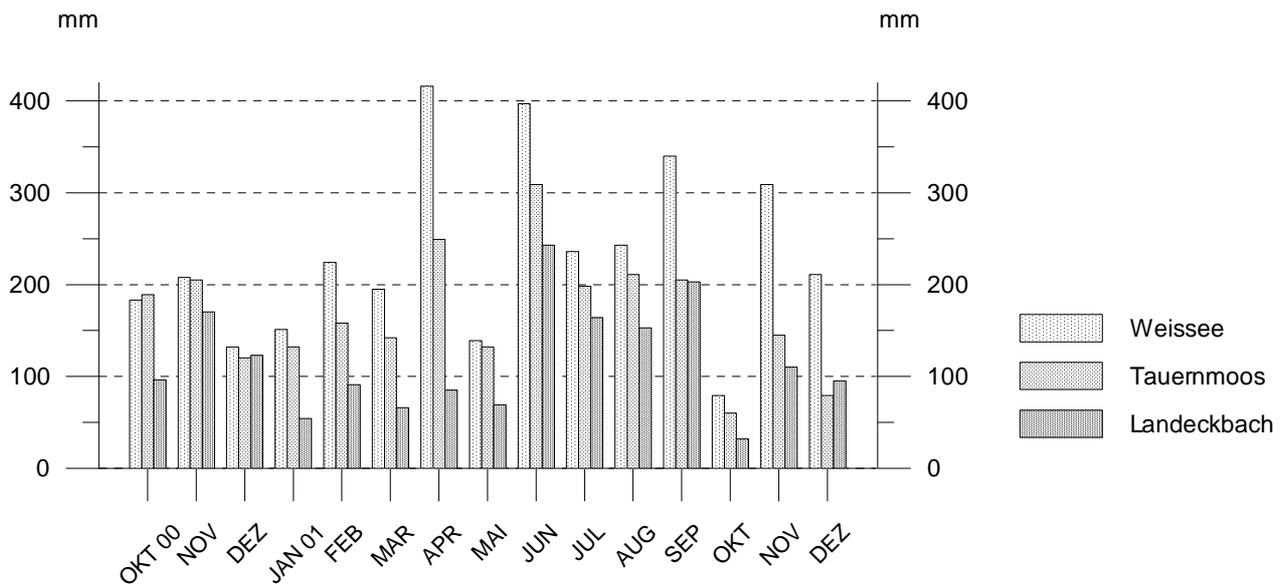


Abb. 11: Monatsniederschlag 2000/01 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

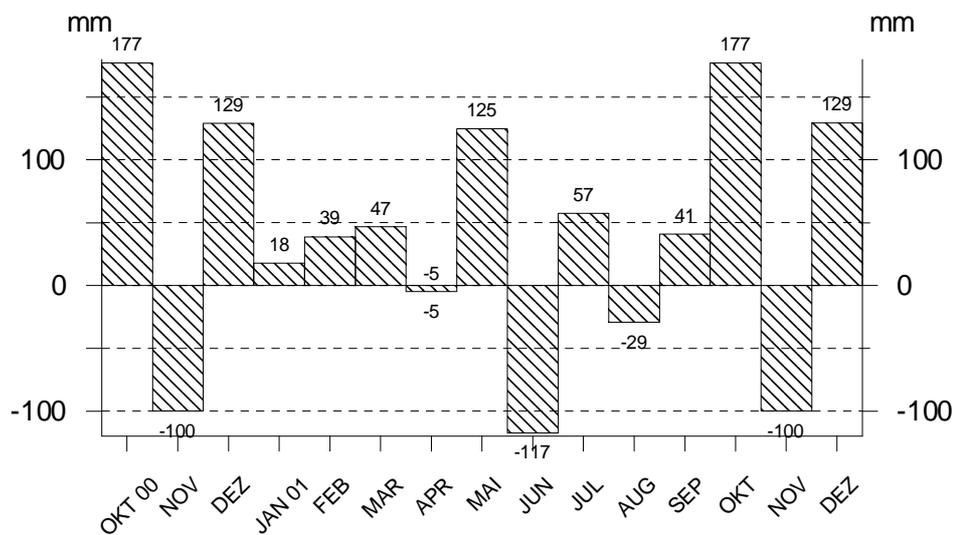


Abb. 12: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weissee, Kalser Tauern und Sonnblickkees vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 2001) in mm

	WS	KT	SK	TM	BS	LB	RH
	2.270m	2.390m	2.510m	2.040m	2.040m	2.040m	2.304m
Oktober 2000	183	205	197	189	178	96	227
November	208	214	204	205	226	170	140
Dezember	132	164	159	120	126	123	132
Januar 2001	151	173	170	132	141	54	183
Februar	224	233(+105)	226(+116)	158	174(+104)	91	255(+115)
März	195	205	200	142	144	66	188
April	416(+168)	312(+112)	315(+147)	249	278(+152)	85	395(+206)
Mai	139(-108)	151	144	132	130	69	151
Juni	397(+110)	324	318	309	315	243	392(+150)
Juli	236	239	244	198	174	164	147(-127)
August	243	243	248	211	233	153	205
September	340(+128)	302	318(+124)	205	200	203	313(+128)
Oktober	79	76	67	60	53	32	64
November	309(+114)	290(+116)	266(+113)	145	167	110	309(+144)
Dezember	211	170	111	79	81	95	242
Kalenderjahr 2001	2940	2718	2627	2020	2090	1365	2844
hydr. Jahr 2000/01	2864	2765	2743	2250	2319	1517	2728
hydr. Sommer 01	1771	1571	1587	1304	1330	917	1603
hydr. Winter 00/01	1093	1194	1156	946	989	600	1125

Tab. 4: Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 2000/01 und im Kalenderjahr 2001 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-01 in Klammern. (RH = Ombrometer Rudolfshütte, WS = Totalisator Weißsee, KT = Tot. Kalser Törl, SK = Tot. Sonnblickkees, TM = Tot. Tauernmoos, BS = Tot. Beileitung, LB = Tot. Landeckbach Süd)

	2001	1964-2001	Abweichungen	%
Tot. Weißsee (2.270m)	2940	2629	311	112
Tot. Kalser Törl (2.390 m)	2718	2360	358	115
Tot. Sonnblickkees	2627	2425	202	108
Tot. Tauernmoos (2.040 m)	2020	1812	208	111
Tot. Landeckbach (2.040 m)	1365	1595	-230	86
Tot. Beileitung Süd (2.040 m)	2090	1719	371	122
Omb. Rudolfshütte (2.304 m)	2844	2439	405	117
"Mittel der 6 Totalisatoren" 1999	2293	2072	221	111

Tab. 5: Jahressummen des Niederschlages im Kalenderjahr 2001 (in mm), Abweichungen vom Mittel 1964 (bzw. 1981) bis 2001 und relativ zum Mittelwert (Prozent).

Die Jahressummen der Niederschläge an den Totalisatoren waren im Verhältnis zu den Mittelwerten der Jahre 1980 bis 2001 jeweils zwischen 4% zu niedrig (Totalisator Landeckbach) und 22% zu hoch (Totalisator Beileitung Süd).

Am Totalisator Sonnblickkees wurden durchschnittliche Werte gemessen (108% vom Mittel). Nur die Messstelle Landeckbach zeigte unterdurchschnittliche Werte. Der Totalisator Beileitung Süd empfing stark überdurchschnittliche Niederschläge (122 %). Die Messstellen Totalisator Kalser Törl (115% des Mittelwertes) und der Totalisator Weißsee (112% des Mittelwertes) lagen auch deutlich über dem zu erwartenden Wert.

Der maximale Monatsniederschlag wurde im April 2001 am Totalisator Weißsee mit 416 mm ermittelt. Mit Ausnahme des Ombrometers Rudolfshütte und des Totalisators Weißsee wiesen alle Messstellen im Juni ihren höchsten Wert auf.

3. Der Abfluss 2000/01 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee

Die Messungen durch die ÖBB im Kraftwerk Enzingerboden ergaben folgende monatliche Zuflüsse (natürlicher Zufluss ohne die Beileitung Nord) in den Speicher Weißsee (Tab. 8):

	2000/01	1942-01	% vom Mittel		2000/01	1942-01	% vom Mittel
Oktober 2000	645	661	98	Juli	4031	4226	95
November	265	179	148	August	2262	3597	63
Dezember	164	108	152	September	416	1861	22
Januar 2001	114	115	99	Oktober	752	651	115
Februar	162	84	193	November	265	177	149
März	155	84	185	Dezember	121	106	114
April	183	126	145				
Mai	1777	886	201	Hyd. Jahr 2000/01	12549	14884	84
Juni	2375	2957	80	Kalenderjahr 2001	12613	14871	85

Tab. 8: Monatlicher Abfluss 2000/01 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-2001 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m³)

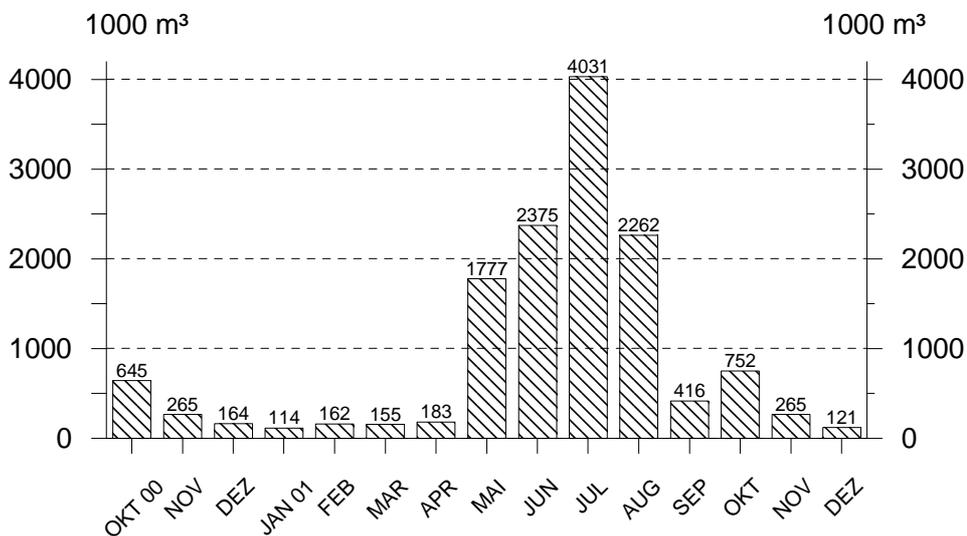


Abb. 13: Monatliche Abflusshöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 2000/01 (in 1000 m³)

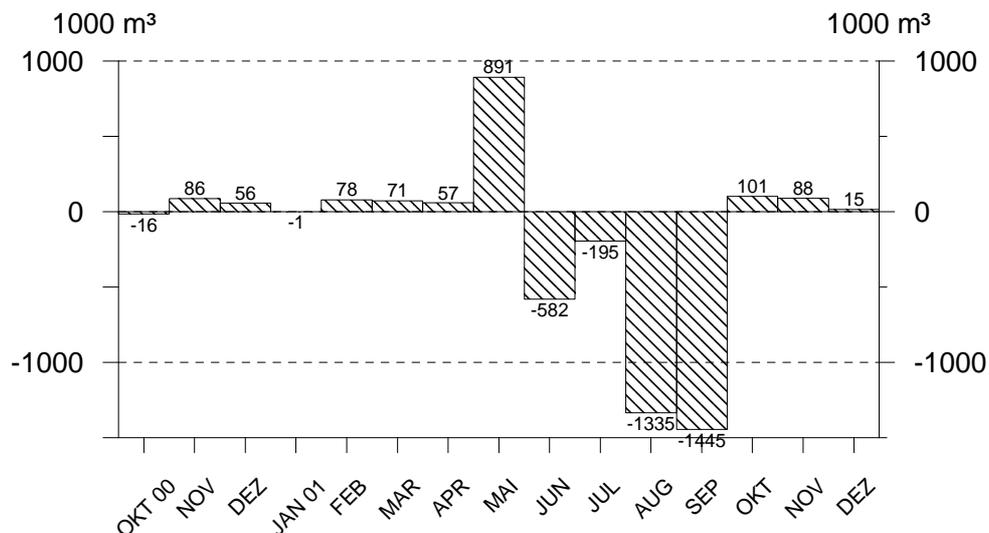


Abb. 14: Abweichungen der monatlichen Abflusshöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 2000/01 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte am 12.8.2001 den Vollstau. Der Zufluss im hydrologischen Jahr 2000/01 lag mit 12,55 Mio. m³ unter dem langjährigen Mittel von 1942 bis 2001 (14,88). Die Jahres-Abflusshöhe betrug 2.368 mm (Mittel 1942-01 2.808 mm).

In Abb. 13 sind die monatlichen Abflusshöhen, in Abb. 14 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 2000/01 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Im Sommerhalbjahr gab es doppelt so hohen Abfluss im Mai (201%), gefolgt vom Juni mit nur 80% des Regelwertes; der Mai war entsprechend warm und der Juni eher kühl. Im Juli entsprach der Monatsabfluss dem Erwartungswert. Im warmen August war der Zufluss aus der schon flächenmäßig verkleinerten Altschneedecke anscheinend deutlich weniger, weiters war der Niederschlag unterdurchschnittlich, sodass nur 63% des Monatsmittels des Abflusses gemessen wurde. Der kalte neuschneereiche September reduzierte die Abschmelzprozesse, wodurch extrem wenig Abfluss, nur 22% (416.000. m³ Wasser) des Mittels von 1.861 Mio. m³ zustande kamen.

4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 2000/2001 im Einzugsgebiet des Speichers Weisssee

Das (natürliche) Einzugsgebiet des Speichers Weißsee hat 5,3 km² (die ÖBB verwenden bei ihren Berechnungen 5,4 km²), die mittlere Gebietshöhe ist 2.570 m, das Einzugsgebiet ist zu etwa 1/3 vergletschert, wobei das Sonnblickkees 28% (1.502 km²) ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Wasserhaushaltsgleichung $N = A + V + (R - B)$ mit den berechneten und geschätzten Beträgen für 2000/2001 und der Fehlerschätzung (Tabelle 9).

	spezifisch (in mm)	absolut (in m ³)	geschätzter Fehler
Niederschlag	2775	14336500	± 8,4%
Abfluss	2368	12549000	± 5%
Verdunstung	400	2120000	±25%
Bilanz SSK	-113	-599700	±5%
Bilanz Weißseekees	-10	-52800	±30%
Firnflecken	0	0	±30%
Altschneeflecken	61	325000	±30%

Tab. 9: Abschätzung der hydrologischen Bilanz im Einzugsgebiet Weißsee

Die Jahres – Niederschlagshöhe (berechnet aus der Wasserhaushaltsgleichung) für das 5,3 km² große Einzugsgebiet des Speichers Weißsee betrug 2.705 mm ±8,4 %. Die Gletscherspende war 123 mm oder 652.500 m³, das sind etwa 4,5 %. Berechnet man aus den Niederschlagssummen der Totalisatoren Weißsee, Kalser Törl und Sonnblickkees sowie dem Ombrometer Rudolfshütte den „mittleren Jahres-Gebietsniederschlag“ im Einzugsgebiet Weißsee, erhält man für 2000/01 2.782 mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 3.705 mm ist dies um 923 mm oder 4,8919 Mio m³ zu viel (!). Das bedeutet, dass die Totalisatoren im Mittel etwa 25% zu wenig anzeigten.

5. Überblick über die Massenbilanz - Messreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1964-2001

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 38 Massenbilanzen waren 18 positiv und 20 negativ. Von 1964 bis 2001 betrug die kumulative Massenbilanz -11,16 Mio. m³ oder - 7,42 m spezifische Bilanz. Der Massenzuwachs von 1965 bis 1981 betrug 9,836 Mio. m³ (Spez. Bilanz: 6,54 m); seit 1982 wurden -19,5 Mio. m³ (Spez. Bilanz: -12,97 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -13,25 Mio. m³ oder -8,81 m spez. Bilanz.

Nachdem der Eisrand von Beginn der Messungen 1960 bis 1964 19 m zurückgeschmolzen war, stieß das SSK bis 1981 17,3 m vor. Seit 1981 verlor der Gletscher insgesamt -42,1 m an Länge.

Dank

Die Wasser- und Eishaushaltsmessungen am Stubacher Sonnblickkees bzw. im Einzugsgebiet der Speicher im Stubachtal werden im Auftrag des Hydrographischen Zentralbüros beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft über den Hydrographischen Dienst in Salzburg durchgeführt. - Die Betreuung des Totalisator-Messnetzes erfolgt durch R. Winter, Uttendorf. - Die Abflussdaten stellten die ÖBB zur Verfügung. - Die Wetterdaten stammen von der Station Rudolfshütte bzw. von der Wetterdienststelle Salzburg, die Station wurde vor allem von M. Soriat, A. Theuermann, S. Aigner, G. Riehl und M. Maislinger betreut. - Verschiedene freiwillige Mitarbeiter halfen bei den Feldarbeiten (z. B. N. und B. Slupetzky, P. Geissler G. Seitlinger, B. Zagel, W. Gruber, H. Wiesenegger). Wir danken allen genannten Personen und Institutionen und auch den nicht namentlich erwähnten Mitarbeitern für ihre Hilfe und die gute Zusammenarbeit herzlich.

Univ.-Prof. Dr. Heinz Slupetzky

Institut für Geographie und Angewandte Geoinformatik der Universität Salzburg,
Abteilung für Gletscher- und vergleichende Hochgebirgsforschung
A-5020 Salzburg, Hellbrunnerstraße 34
e-mail: Heinz.Slupetzky@sbg.ac.at

Mag. Gerhard Ehgartner

Fa. GEOID
Dr. Hans Lechner Str. 6
A-5071 Wals-Siezenheim
e-mail: office@geoid.at