

Programm "Wasser- und Eishaushaltsmessungen 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 3

Zusammenfassung

Im Haushaltsjahr 2002/03 – das 40. Messjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 – hatte das Sonnblickkees eine extrem negative Bilanz von -287 g/cm^2 mittlerer spezifischer Nettobilanz oder $-4.023.730 \text{ Mio. m}^3$ Netto-Massenverlust. Das Haushaltsjahr endete am 11. 9. 03. In den 40 Jahren waren 18 Haushaltsjahre positiv und 22 negativ, seit 1982 endeten von den 21 Haushaltsjahren 18 negativ. Die Gleichgewichtslinie lag (rechnerisch) am 10.9.03. in einer Höhe von 2.990 m, um 151(!) m höher als die mittlere Höhenlage 1982 bis 2003 (2.839 m).

Die extrem negative Bilanz 2002/2003 ist im wesentlichen die Folge des raschen Abbaus der Winterschneedecke im Mai und Juni und die hohen Temperaturen im Juni und August. Das Haushaltsjahr war dabei um $1,2^\circ$ zu warm, der Sommer um $+2,2^\circ$. Die Kombination unterdurchschnittliche Sommerniederschläge bei zu hohen Temperaturen führten zu einem unterdurchschnittlichen Anteil an Festniederschlägen. Besonders der Juni hatte 0% gegenüber einem Mittelwert von fast 50% Niederschlag in fester Form. Die Neuschneegrenze lag in den Monaten Juli und August im Durchschnitt bei 2828 m und damit um + 373 m über dem langjährigen Mittel 1985 -2003 (Im Juni gab es keine Schneefälle). Hätte es im September nicht Neuschneefälle gegeben, wäre die Massenbilanz noch stärker negativ ausgefallen.

Der Zufluß in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 2021/03 $13,66 \text{ Mio m}^3$ und lag unter dem langjährigen Mittel 1942-2002 von $15,06 \text{ Mio m}^3$; dementsprechend war die Jahresabflußhöhe im Einzugsgebiet 2.558 mm (Mittel 1942-03 2.841 mm).

Aus der Wasserhaushaltsgleichung läßt sich eine Jahresniederschlagshöhe von $2.076 \text{ mm} \pm 7,1 \%$ abschätzen. Der Anteil der Gletscherspende war 31 %, d.h. $1/3$ des Zuflusses in den Speicher Weissee kam von den Gletschern und Firnfeldern.

Seit 1982 wurden insgesamt $-24,2 \text{ Mio m}^3$ (mittlere spezifische Bilanz $-17,4 \text{ m}$) abgebaut, der Längenverlust betrug seit 1981 50,6 m

1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 2002/03

In diesem Jahr wurde zum 40. mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 23 mal über die maximale Ausaperung).

1.1. Witterungsverlauf 2002/03

Vergleicht man den Jahresverlauf der glazialmeteorologisch wichtigen Parameter: Temperatur, Niederschlag und Schneehöhe sowie fester Niederschlag (Klimadaten der Station Rudolfshütte, 2.304 m) und zieht man auch die Neuschneegrenze heran, so ergibt sich für das Haushaltsjahr 2002/03 folgendes Bild:

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

Das Jahresmittel der Temperatur im hydrologischen Jahr 2002/03 mit $0,7^\circ$ lag über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2003 ($-0,5^\circ$). Das Winterhalbjahr war mit $-4,6$ (Mittelwert von $-4,8^\circ$) durchschnittlich warm, das Sommerhalbjahr lag mit $6,0^\circ$ deutlich über Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2003 von $3,8^\circ$.

Das Winterhalbjahr begann mit einem unterdurchschnittlichen Oktober 2002 von $1,1$ (Mittel $1,7^\circ$). Im Frühwinter, in den Monaten November und Dezember 2002 lagen die Temperaturen immer über dem langjährigen Mittel, $+1,8^\circ$ im November und $+1,7^\circ$ im Dezember, dagegen in den Monaten Jänner und Februar 2003 darunter ($-1,6^\circ$ und $-2,0^\circ$ unter dem Mittel). Der März lag hingegen um $+2,2^\circ$ über der dem Mittel.

Das Sommerhalbjahr begann mit einem leicht unterdurchschnittlichen Wert im April von $-3,6^\circ$ ($-0,3^\circ$). Bis einschliesslich September lagen dann alle Werte über dem langjährigen Mittel, wobei der Juni mit $+5,3^\circ$ (!) am höchsten abwich und der September mit nur $+0,2^\circ$ am geringsten. Der Monat Oktober lag mit $-1,9^\circ$ jedoch um $-3,5^\circ$ deutlich unter dem langjährigen Mittel. November und Dezember lagen mit $-0,6^\circ$ und $-5,3^\circ$ über dem Mittel von 1980 bis 2003, $+3,1^\circ$ im November und $+1,1^\circ$ im Dezember.

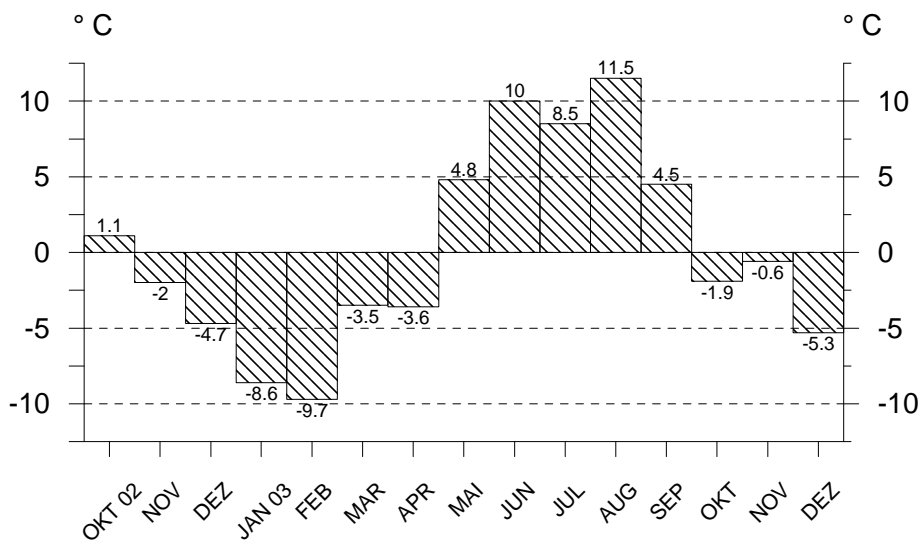


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 2002/03 an der Station Rudolfshütte (°C)

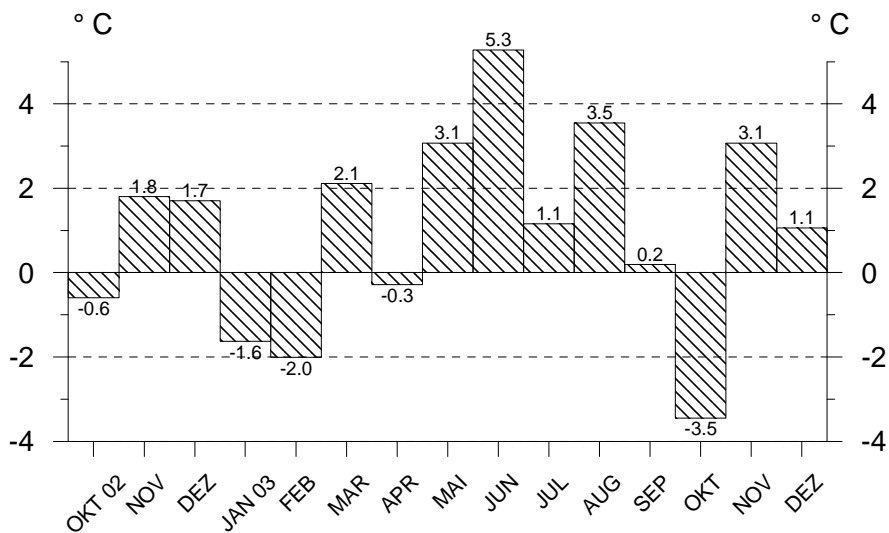


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur vom Mittel 1980-2003 (°C).

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

Die Niederschläge im hydrologischen Jahr 2002/03 waren mit 1.343 mm (Station Rudolfshütte) 41% unter dem Durchschnitt der Jahre 1981-2003 (2.260 mm).

Es war sowohl der hydrologische Winter mit einer Niederschlagssumme von 566 mm (Mittelwert 933 mm) als auch der Sommer mit 777 mm (gegenüber 1.327 mm im langjährigen Durchschnitt) zu trocken.

Der Winter war bis auf den Monat Jänner durchgehend zu trocken. Oktober, November und Dezember lagen um 12%, 21% und 70% unter dem Mittel. Nach dem überdurchschnittlich feuchten Jänner mit 215 mm Niederschlag (153% des Mittel), waren es im Februar und März mit nur 14% und 15% des Mittelwertes von 1980 bis 2003 gravierend zu trocken.

Auch im hydrologischen Sommer kam es kaum zu überdurchschnittlichen Werten. Der Monat April lag um 17% unter dem langjährigen Mittel, der Mai um 53% darüber. Juni bis September waren jedoch mit nur 26% bis 44% des Mittelwertes signifikant zu trocken. Der Oktober wies mit 277 mm (206% des Durchschnitts) mehr Niederschlag auf als die Monate November und Dezember 2003 zusammen.

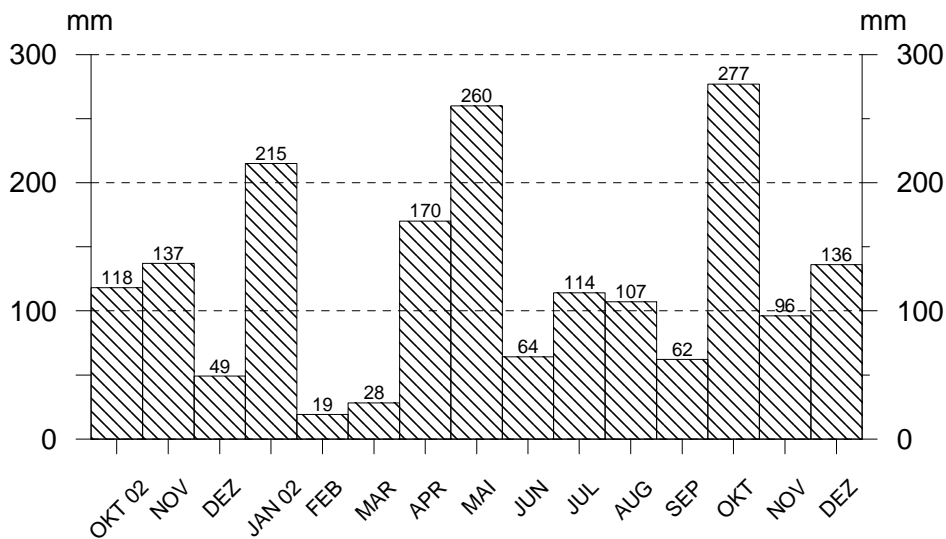


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlages 2002/03 an der Station Rudolfshütte (in mm)

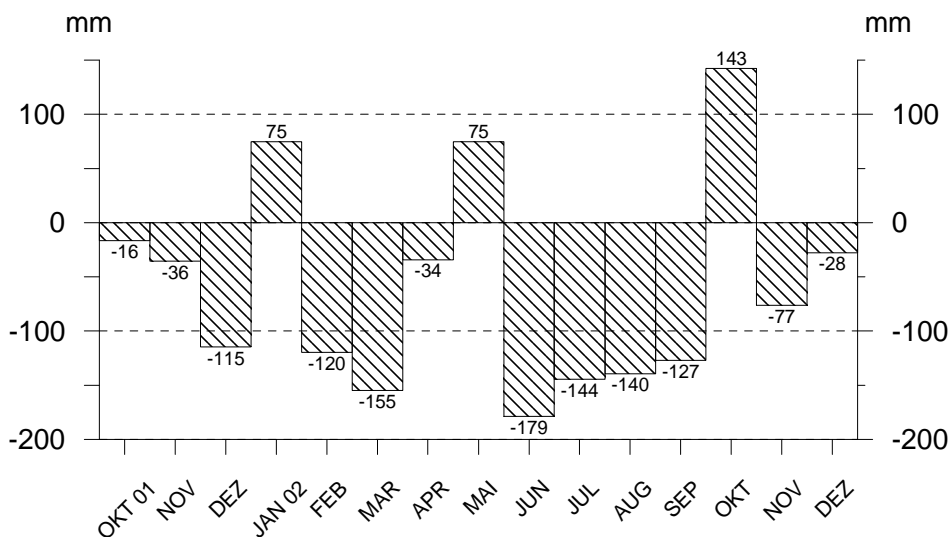


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlages vom Mittel 1981-2003 (in mm)

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

Die Schneehöhen im Winterhalbjahr 2002/03 waren in den Monaten Oktober (+53 cm), November (+7 cm), Februar (+18 cm) und März (+26 cm) überdurchschnittlich. In den Monaten Dezember 2002 und Jänner 2003 lag die Schneehöhe um -44 cm und -66 cm unter dem langjährigen Mittel. Schon im Mai war die Schneedecke unterdurchschnittlich hoch (-58 cm).

Das Sommerhalbjahr begann unterdurchschnittlich mit -51 cm im Juni. Am 1. Juli lagen mit 90 cm um -145 cm zu wenig gegenüber dem Durchschnitt. Am 1. August lag gar kein Schnee mehr (-85 cm).

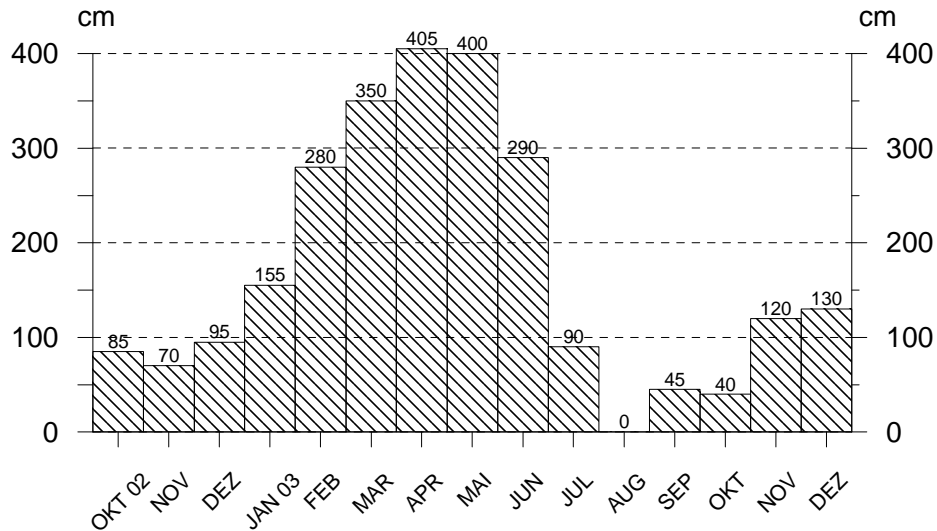


Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2002/03 (gemessen am 1. jeden Monats)

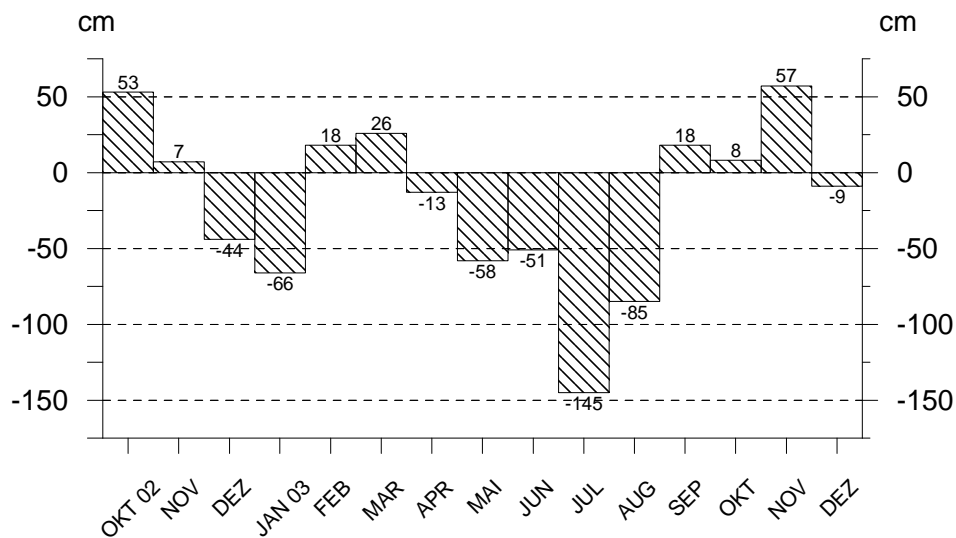


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) vom Mittel der Jahre 1980 - 2003.

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

Zwischen Oktober 2002 und Mai 2003 lagen die Abweichungen des Festniederschlagsanteil zwischen -7% im Oktober und +1,6% im Dezember im Vergleich zu Mittel von 1980-1990.

Mit 0% festem Niederschlag wies der Monat Juni (-49,6%) gegenüber dem langjährigen Mittel die größte Abweichung auf. Auch Juli und August waren unterdurchschnittlich (-17% und -14,1% unter dem Mittel).

Im September, Oktober und November war eine positive Tendenz zu beobachten (+13,8%, +13,2% und +6,1% im vgl. zum langjährigen Mittel). Der Dezember lag mit 97,1% leicht unter dem Durchschnitt von 98,4%.

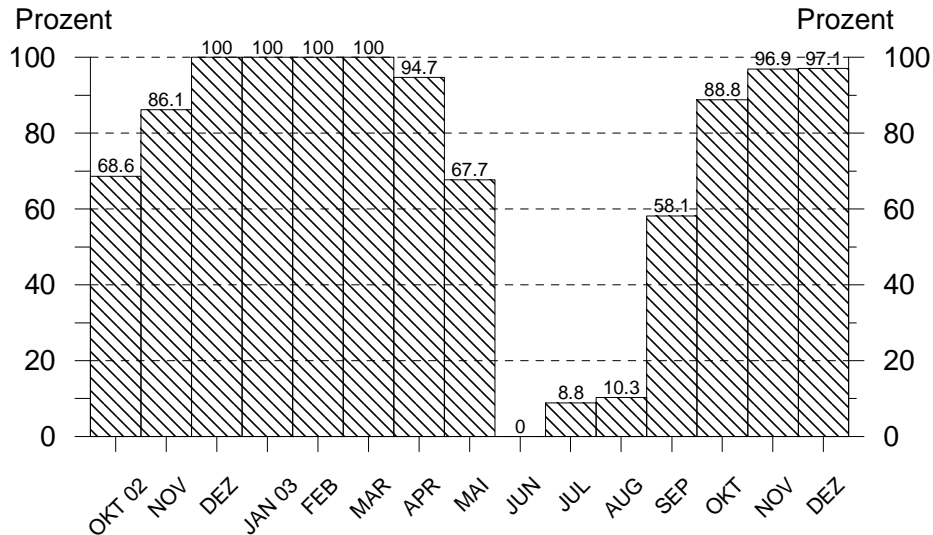


Abb. 7: Anteil des festen Niederschlages 2002/03 an der monatlichen Gesamtniederschlagsmenge

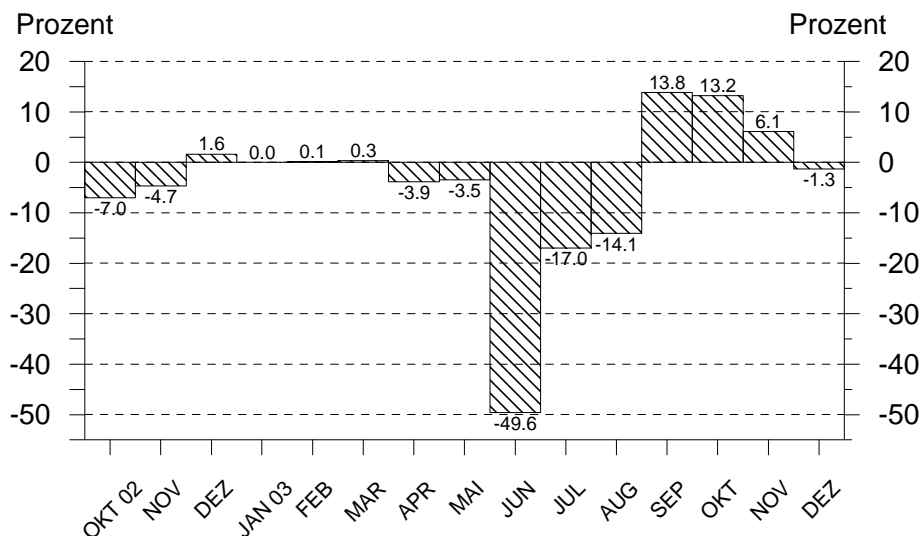


Abb. 8: Abweichung des Anteiles am monatlichen Festniederschlag 2002/03 vom langjährigen Mittel 1980 - 1990

Neuschneegrenze:

Aufschlussreich ist auch die Höhenlage der Neuschneegrenze (Tab.3 und Abb.9). Im Mai lag die mittlere Höhenlage der Neuschneegrenze + 270 m über dem Mittel, im Juni gabe es keine Neuschneefälle bzw. lag die Grenze über der Gipfelhöhe von 3500 m. Im Juli war sie wieder höher und im August sogar + 344 m über dem Mittel.

Das Mittel für Juli und August brachte eine um + 373 m höhere Neuschneegrenze im Vergleich zum Mittel 1985 bis 2003 (2. 828 m). Das bedeutet, dass jeweils nur geringe hochgelegene, Flächen des Nährgebietes zweifelhafte Neuschneebedeckt waren.

	Temperatur	Mittelwerte	Niederschlag	Mittelwerte
	2002/03	1980-2002	2002/03	1981-2003
Oktober2002	1,1	1,7	118	134
November	-2	-3,8	137	173
Dezember	-4,7	-6,4	49	164
Januar 2003	-8,6	-7,0	215	140
Februar	-9,7	-7,7	19	139
März	-3,5	-5,6	28	183
April	-3,6	-3,3	170	204
Mai	4,8	1,7	260	185
Juni	10	4,7	64	243
Juli	8,5	7,4	114	258
August	11,5	8,0	107	247
September	4,5	4,3	62	189
Oktober	-1,9	1,6	277	134
November	-0,6	-3,7	96	173
Dezember	-5,3	-6,4	136	164
Hydr. Winter	-4,6	-4,8	566	933
Hydr. Sommer	6,0	3,8	777	1327
Hydr. Jahr 2002/03	0,7	-0,5	1343	2260
Kalenderjahr 2003	0,5	-0,5	1548	2260

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 2002/03 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw. 1981) bis 2003

	Schneehöhen	Mittelwert	Anteil	Mittelwert
	2002/03	1980-2003	2002/03	1980-1990
Oktober2002	85	32	68,6	75,6
November	70	63	86,1	90,8
Dezember	95	139	100,0	98,4
Januar 2003	155	221	100,0	100,0
Februar	280	262	100,0	99,9
März	350	324	100,0	99,7
April	405	418	94,7	98,6
Mai	400	458	67,7	71,2
Juni	290	341	0,0	49,6
Juli	90	235	8,8	25,8
August	0	85	10,3	24,4
September	45	27	58,1	44,3
Oktober	40	32	88,8	75,6
November	120	63	96,9	90,8
Dezember	130	139	97,1	98,4

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnblickkees (Unterer Boden 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2002/03 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 - 2003 (gemessen am 1. des jeweiligen Monats) und Anteil des festen Niederschlages am Gesamtniederschlag in % verglichen mit den Mittelwerten der Jahre 1980 bis 1990.

	Neuschneegrenze	Mittelwert	Abweichung
	2003	1985-2003	vom Mittel
Mai	2018	1748	+270
Juni	-	2195*	-
Juli	2.705	2564	+141
August	2.950	2606	+344
September	1.990	2108	-118
Oktober	1.156	1721	-565

Tab. 3: Höhenlage der Neuschneegrenze (in m beobachtet von der Station Rudolfshütte aus) im Jahr 2003 und der Vergleich mit dem Mittelwert der Jahre 1985 bis 2003 (* Mittelwert 1985-2002).

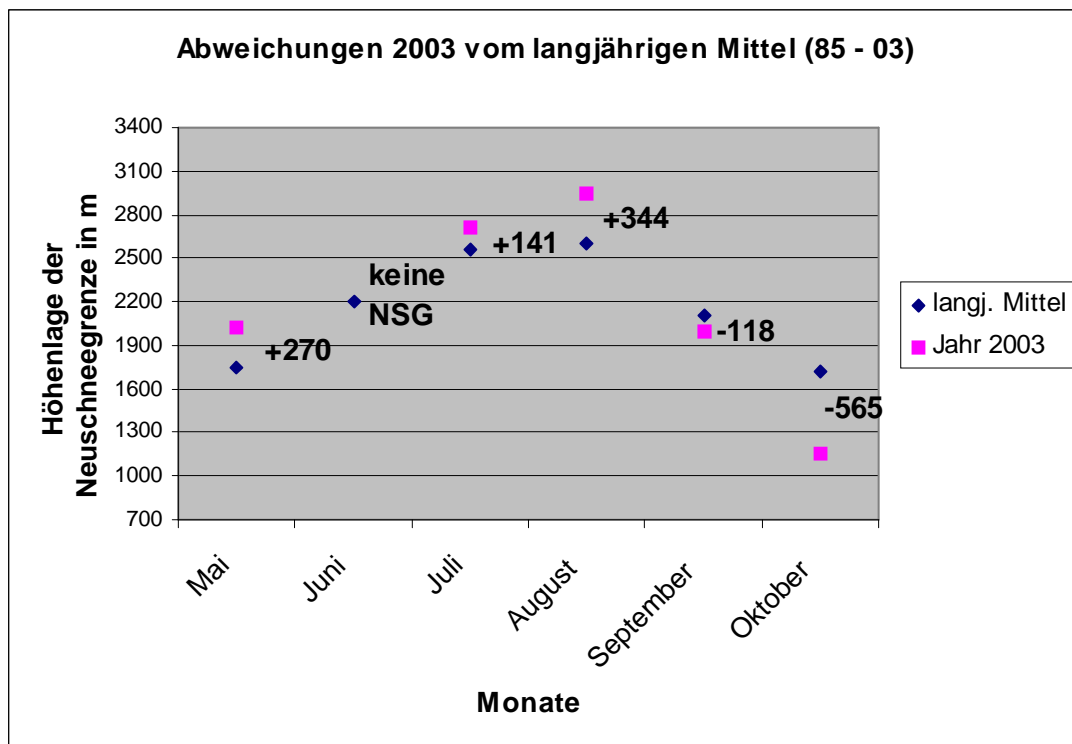


Abb. 9: Höhenlage der Neuschneegrenze (m) des Jahres 2003 im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 1985 bis 2003 und deren Abweichung.

Überblick über die klimatischen Verhältnisse 2002/03 an der Station Rudolfshütte:

Das hydrologische Jahr 2002/03 war zu trocken und zu warm. Das Winterhalbjahr ($-4,6\text{ °C}$) war um $0,2\text{ °C}$ zu warm, der Niederschlag lag mit 577 mm deutlich unter dem Durchschnitt von 933 mm . Der Sommer war mit $+6,0\text{ °C}$ deutlich zu warm (1980 bis 2003 $+3,8\text{ °C}$), der Niederschlag lag mit 777 mm stark unter dem langjährigen Mittel (1327 mm). Das Jahresmittel der Temperatur im hydrologischen Jahr 2002/03 von $0,7\text{ °C}$ wich vom Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2003 mit $-0,5\text{ °C}$ um mehr als 1 °C ab. Der Niederschlag (am Ombrometer Rudolfshütte) war mit 1.343 mm fast 1.000 mm unter dem Mittel der Jahre 1981 bis 2003 von 2.260 mm . Das Temperaturmittel in der Hauptablationsperiode Juni bis September betrug 2003 $8,6\text{ °C}$ und war damit $2,5\text{ °C}$ über dem Mittel 1980 bis 2003 von $6,1\text{ °C}$.

1.2. Berechnung der Massenbilanz 2002/03

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 17-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 eines Orthophotos von 2003 wurde die Ausaperung für den 10. 9. 2003 bestimmt und die Karte für die maximale Ausaperung gezeichnet (Abb. 11).



Abb. 10: Das Stubacher Sonnblickkees am 28. August 2003 (Foto: H. Slupetzky)

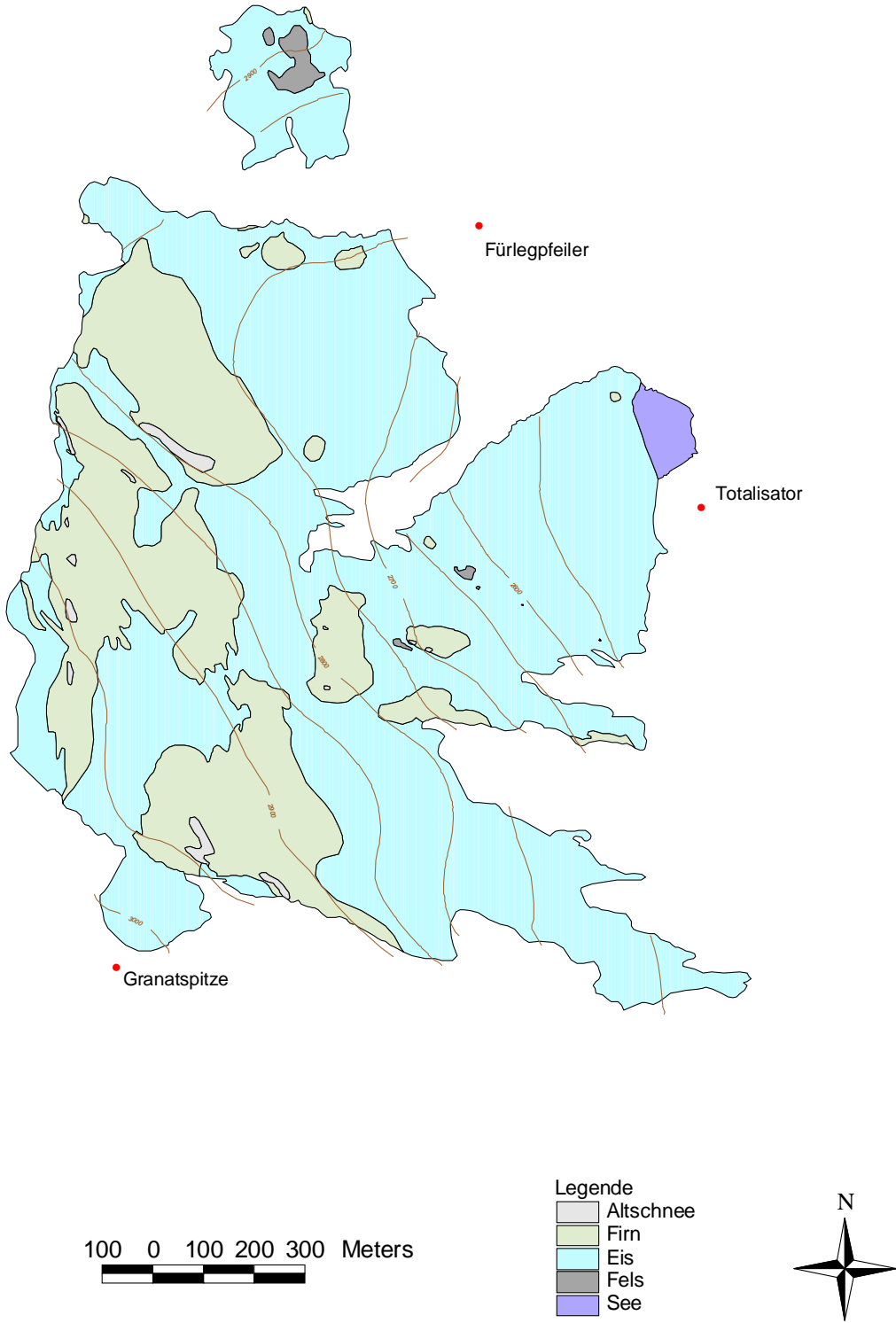


Abb. 11: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblickkeeses am 10. 9. 2003

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. 4), mit denen in weiterer Folge die Massenbilanz des SSK und Filleckkeeses berechnet wurde.

Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
Filleckkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2800- 2850	0	0	16819	16819	16819
2850- 2900	0	0	21783	21783	21783
2900- 2950	0	246	15687	15933	15933
Gesamt	0	246	54290	54536	54536
Sonnblickkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2550	0	284	92921	93206	93206
2550- 2600	0	397	63847	64245	64245
2600- 2650	88	6412	82820	89233	89322
2650- 2700	0	0	34326	34326	34326
2700- 2750	83	9311	202784	212095	212178
2750- 2800	3547	113841	138677	252519	256066
2800- 2850	310	27439	139176	166615	166926
2850- 2900	543	96584	64576	161160	161703
2900- 2950	4075	99792	65032	164825	168900
2950- 3000	456	27770	67115	94885	95342
3000- 3050	0	0	5396	5396	5396
Gesamt	9104	381838	956675	1338513	1347617
Sonnblickkees und Filleckkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2550	0	284	92921	93206	93206
2550- 2600	0	397	63847	64245	64245
2600- 2650	88	6412	82820	89233	89322
2650- 2700	0	0	34326	34326	34326
2700- 2750	83	9311	202784	212095	212178
2750- 2800	3547	113841	138677	252519	256066
2800- 2850	310	27439	155995	183435	183746
2850- 2900	543	96584	86359	182943	183487
2900- 2950	4075	100038	80720	180759	184834
2950- 3000	456	27770	67115	94885	95342
3000- 3050	0	0	5396	5396	5396
Gesamt	9104	382084	1010965	1393050	1402154

Tab. 4: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m². Stand der max. Ausaperung: 10. 9. 2003)

Wie alljährlich wurde während der Monate Juli, August und im September die Ausaperung durch Fotos und Kartierung festgehalten. Am 13. 8. 04 wurden das Sonnblick- und Ödenwinkelkees und die Pasterze luftphotogrammetrisch aufgenommen (Luftbild Fischer, Klagenfurt). Daraus wurde ein Orthophoto hergestellt (durch S. Pinterits, St. Siller). Mit diesem und den Fotos vom 17. und 28. 8. konnte die Karte der maximalen Ausaperung gezeichnet werden. Am 12. 9. schneite es bis 2000 m. Im September änderte sich die Ausaperung kaum mehr. Am 11. 9. schneite es bis 1800 m herab; an der Rudolfshütte lagen am Abend 10 cm Neuschnee.

Am 10. 9. schneite es bis 2.450 m, der Schneefall ab 11. 9. bis 1.800 m herab beendete endgültig das Haushaltsjahr.

1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 2002/2003 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 Haushaltsjahr 2002/2003 folgende Massenbilanzwerte:

Spezifische Nettoakkumulation: $b_c = +0,1 \text{ g/cm}^2$
 Spezifische Nettoablation: $b_a = -287 \text{ g/cm}^2$
Mittl. spez. Nettobilanz: $b = -287 \text{ g/cm}^2$

Die Massenbilanz des SSK 2002/2003 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

$S_c \text{ km}^2$	$b_c \text{ g/cm}^2$	$B_c 10^6 \text{ m}^3$	$S_a \text{ km}^2$	$b_a \text{ g/cm}^2$	$B_a 10^6 \text{ m}^3$	$S \text{ km}^2$
0,009	0,1	0,0014	1,393	-287,07	-4,0251	1,402
$B 10^6 \text{ m}^3$	$b \text{ g/cm}^2$	S_c/S	S_c/S_a	GW	natürliches Haushaltsjahr	
-4,0237	-286,97	0,006	0,007	2.990 m	15.09.02 – 11.09.03	

(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 $-286,97 \text{ cm}$ eine extrem negative Bilanz. Dies ist im wesentlichen die Folge des raschen Abbaus der Schneedecke ab 30. April und extrem hoher Temperaturen insbesondere im Sommer. Zusätzlich hat dabei das frühe Ausapern der Wüstenstaubschicht vom 16./17. November 2002 schon im Juni das seine beigetragen. Das Haushaltsjahr war dabei um etwa $1,2^\circ$, der Sommer um $2,2^\circ$ zu warm. Deutlich unterdurchschnittlich war auch der Anteil an Festniederschlägen besonders im Sommerhalbjahr (Juni, aber auch Juli und August). Die Neuschneegrenze lag besonders in den Monaten Juni und August im Durchschnitt bei 2828 m und damit um $+373$ über dem langjährigen Durchschnitt; im Juni gab es keine Neuschneefälle.

Wenn der September nicht kühl – mit Schneefällen z. B. am 29. 8. bis 2000 m herab - gewesen wäre hätte es einen noch größeren Massenverlust geben können. Das Jahr 2003 war daher insofern interessant, als es die Möglichkeit gibt, eine Vorstellung vom maximal möglichen jährlichen Massenverlust zu gewinnen.

1.3. Die Längen- und sonstigen Vermessungen

Die Längenänderung des Stubacher Sonnblickkeeses wurde - im Rahmen der OeAV-Gletschermessungen - am 27. 8. 2003 gemessen. Es ergab sich ein Rückschmelzen von $-2,9 \text{ m}$. Im „Gehänge“ des Sonnblickkeeses sind weitere 3 Felsfenster aufgefunden. - Am 27.8 fand die geodätische Wiederholungsmessung durch M. Kiskemper statt.

2. Niederschlagswerte 2002/03 bzw. 2003 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 $\pm 100 \text{ mm}$) 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 (Alpen Nordseite) und Landeckbach (Alpen Südseite) zeigt Abb. 12, die Abweichungen des Mittelwertes aus den Totalisatoren Weißsee, Kalser Tauern und Sonnblickkees Abb. 13

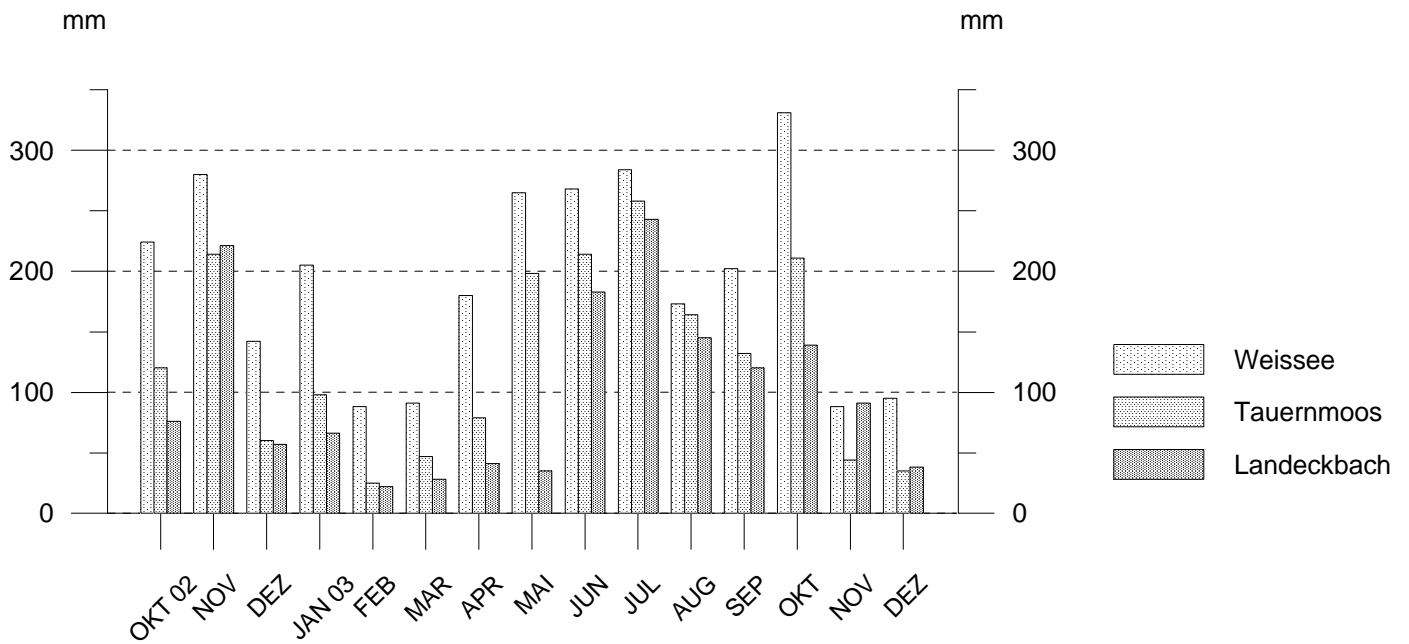


Abb. 12: Monatsniederschlag 2002/03 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

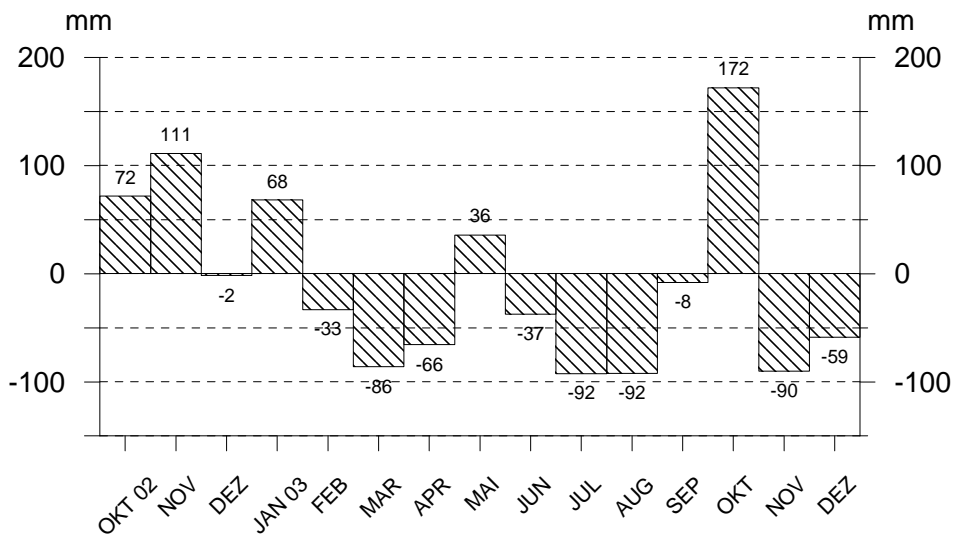


Abb. 13: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weisse, Kalser Tauern und Sonnblickkees vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 2003) in mm 2002/03

	WS	KT	SK	TM	BS	LB	RH
	2.270m	2.390m	2.510m	2.040m	2.040m	2.040m	2.304m
Oktober 2002	224	217	222	122	148	76	118
November	280	284(+110)	292(+138)	124	278(+142)	221(+111)	137
Dezember	142	161	163	60	63	57	49(-109)
Januar 2003	205	217	215	98	111	66	215
Februar	88	91	100	25	30	22	19(-117)
März	91(-122)	95	93	47	48	28	28(-162)
April	180	129	104	79	118	41	170
Mai	265	252	248	198	222	35	260
Juni	268	198	207	214	248	183	64(-172)
Juli	284	312	360	258	278	243	114(-155)
August	173	176	181	164	170	145	107(-145)
September	202	198	192	132	130	120	62(-120)
Oktober	331(+170)	321(+172)	311(+173)	211	244(+103)	139	277(+144)
November	88(-106)	86	78	44	52	91	96
Dezember	95	107	93	35	41	38	136
Kalenderjahr 2003	2270	2182	2182	1505	1692	1151	1548
hydr. Jahr 2002/03	2402	2330	2377	1609	1844	1237	1343
hydr. Sommer 03	1372	1265	1292	1045	1166	767	777
hydr. Winter 02/03	1030	1065	1085	564	678	470	566

Tab. 5: Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 2002/03 und im Kalenderjahr 2003 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-03 in Klammern. (RH = Ombrometer Rudolfshütte, WS = Totalisator Weißsee, KT = Tot. Kalser Törl, SK = Tot. Sonnblickkees, TM = Tot. Tauernmoos, BS = Tot. Beileitung Süd, LB = Tot. Landeckbach)

	2003	1964-2003	Abweichungen	%
Tot. Weißsee (2.270m)	2270	2623	-352	87
Tot. Kalser Törl (2.390 m)	2182	2360	-178	92
Tot. Sonnblickkees	2182	2184	-2	100
Tot. Tauernmoos (2.040 m)	1505	1802	-297	84
Tot. Landeckbach (2.040 m)	1151	1580	-429	73
Tot. Beileitung Süd (2.040 m)	1692	1727	-35	98
Omb. Rudolfshütte (2.304 m)	1548	2367	-819	65
"Mittel der 6 Totalisatoren" 2003	2088	2441	-352	86

Tab. 6: Jahressummen des Niederschlages im Kalenderjahr 2003 (in mm), Abweichungen vom Mittel 1964 (bzw. 1981) bis 2003 und relativ zum Mittelwert (Prozent).

Bis auf den Totalisator Sonnblickkees, der genau im langjährigen Mittel lag, waren die Jahressummen der Niederschläge an den übrigen Totalisatoren alle im Vergleich mit den Mittelwerten der Jahre 1980 bis 2003 zu niedrig.

Die größte Abweichung wurde mit -34% am Ombrometer Rudolfshütte gemessen.

Im Mittel der Totalisatoren war die Niederschlagssumme mit 86% unter dem langjährigen Durchschnitt.

Die meisten Totalisatoren weisen in den Monaten November 2002 und Oktober 2003 die höchsten positiven Abweichungen auf, sogar am Omb. Rudolfshütte wurde im Oktober einen hoher positiver Wert gemessen, obwohl dort in den übrigen Monaten meist weit unterdurchschnittlicher Niederschlag waren.

3. Der Abfluß 2002/03 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):

	2002/03	1942-2003	% vom Mittel		2002/03	1942-2003	% vom Mittel
Oktober 2002	436	651	67	Juli	3799	4281	89
November	236	180	131	August	1639	3599	46
Dezember	147	109	135	September	255	1845	14
Januar 2003	116	116	100	Oktober	186	651	29
Februar	86	85	101	November	128	180	71
März	108	86	126	Dezember	108	109	99
April	156	127	122				
Mai	1833	923	199	Hyd. Jahr 2002/03	13665	15057	91
Juni	4854	3055	159	Kalenderjahr 2003	13268	15057	88

Tab. 8: Monatlicher Abfluß 2002/03 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-2003 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m³)

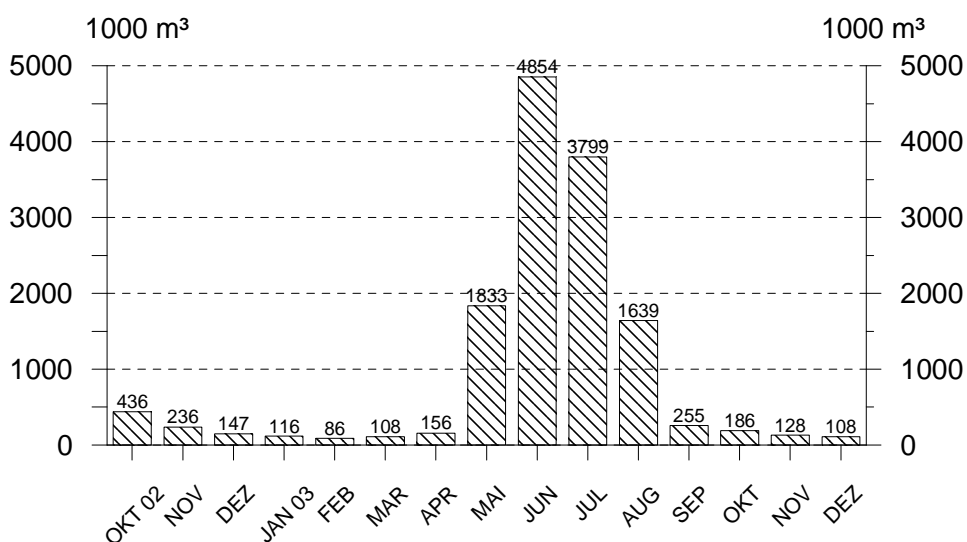


Abb. 14: Monatliche Abflußhöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 2002/03 (in 1000 m³)

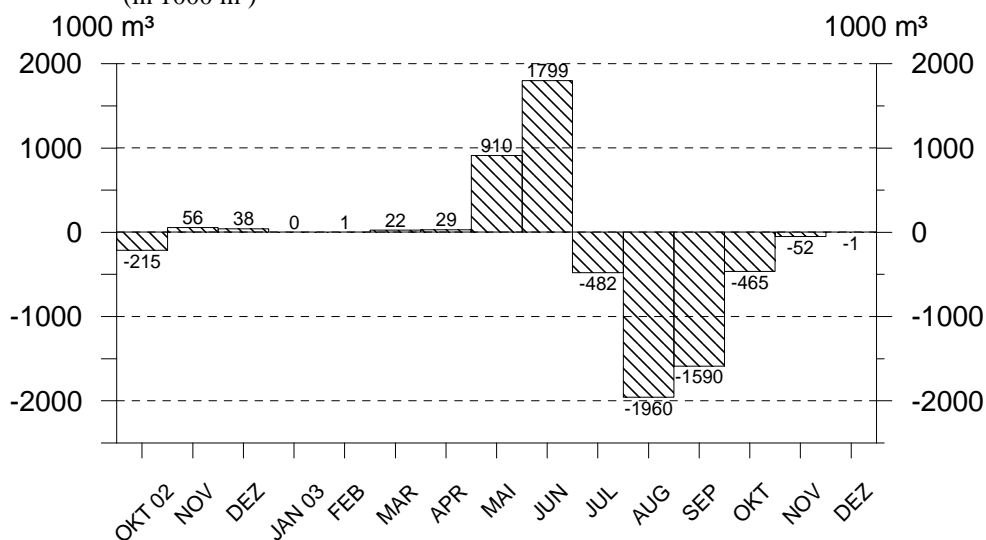


Abb. 15: Abweichungen der monatlichen Abflußhöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 2002/03 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte schon am 4. 8. 03 den Vollstau. Der Zufluß im hydrologischen Jahr 2002/03 lag mit 13,66 Mio. m³ unter dem langjährigen Mittel von 1942 bis 2003 (15,06). Die Jahres-Abflußhöhe betrug 2.578 mm (Mittel 1942-03 2.840 mm).

In Abb. 14 sind die monatlichen Abflußhöhen, in Abb. 15 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 2002/03 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Die überdurchschnittlichen Abflüsse im Mai und Juni sind eine Folge der starken Abschmelzung der Schneedecke im warmen Frühjahr, ohne Unterbrechung durch Schneefälle. Im Juli, August und September waren die Zuflüsse in den Weißsee deutlich zu gering aufgrund der unternormalen Niederschläge und weil aller Altschnee schon abgeschmolzen war.

Auch der Oktober war mit nur 66% unterdurchschnittlich. Die Werte im November und Dezember 2002 lagen mit 130% und 135% über dem langjährigen Mittel.

4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 2002/2003 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 26% (1.402 km²) ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Wasserhaushaltsgleichung $N = A + V + (R - B)$ mit den berechneten und geschätzten Beträgen für 2002/2003 und der Fehlerschätzung (Tabelle 9).

	spezifisch (in mm)	absolut (in m ³)	geschätzter Fehler
Niederschlag	2180	11570000	± 8,5%
Abfluss	2558	13665000	± 5%
Verdunstung	400	2120000	±25%
Bilanz SSK	-759	-4023703	±5%
Bilanz Weißseekees	-27	-141400	±30%
Firnflecken	-11	-58750	±30%
Altschneeflecken	1,4	7500	±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 2.076 mm ± 7,1 %. Die Gletscherspende war 797 mm oder 4.224.650 m³, das sind etwa 31% (!).

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 2002/03 2.111 mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 2.183 mm ist dies um 72 mm oder 0,397 Mio m³ zu wenig. Das bedeutet, daß die Totalisatoren im Mittel um etwa 3,3 % zu wenig anzeigten.

5. Überblick über die Massenbilanz - Messreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1964-2003

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 40 Massenbilanzen waren 18 positiv und 22 negativ. Von 1964 bis 2003 betrug die kumulative Massenbilanz -14,4 Mio. m³ oder -10,3 m spezifische Bilanz (bzgl. aktueller Gletscherfläche). Der Massenzuwachs von 1965 bis 1981 betrug 9,8 Mio. m³ (Spez. Bilanz: 5,5 m); seit 1982 wurden -24,2 Mio. m³ (Spez. Bilanz: -17,4 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -18 Mio. m³ oder -12,8 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 1982 verlor der Gletscher insgesamt 50,6 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 Land 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. - Verschiedene freiwillige Mitarbeiter halfen bei den Feldarbeiten (z. B. N. und B. Slupetzky, P. Geissler, H. Wiesenegger, N. Kiskemper).

Die Berechnung der Neuschneegrenzen führte Iris Fries durch. Das Orthophot wurde von S. Pinteritz und St. Siller hergestellt.

Wir danken allen genannten Personen und Institutionen und auch den nicht namentlich erwähnten Mitarbeitern, auch den „treuen“ Wetterbeobachtern und -beobachterinnen, für ihre Hilfe und die gute Zusammenarbeit herzlich.

Univ.-Prof. Dr. Heinz Slupetzky i. R.
Universität Salzburg,
Fachbereich Geographie, Geologie, Mineralogie
Hellbrunnerstraße 34
A-5020 Salzburg

Mag. Gerhard Ehgartner
Fa. GEOID
Dr. Hans Lechner Str. 6
A-5071 Wals-Siezenheim