

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 1 2

Zusammenfassung

Im Haushaltsjahr 2011/12 – das 49. Messjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 – hatte das Stubacher Sonnblickkees eine stark negative Bilanz von $-136,9 \text{ g/cm}^2$ (mittlerer) spezifischer Nettobilanz oder $-1,36 \text{ Mio. m}^3$ Netto-Massenverlust. Damit setzte sich der Trend der letzten Jahre fort, auch wenn der Massenverlust nicht jene Extremwerte einiger Vorjahre erreichte. Das Haushaltsjahr endete am 13. 09. 2012.

Die wesentliche Ursache für diese negative Bilanz war der rasche Abbau einer noch vom März bis Juni relativ hohen Schneedecke. Im Sommerhalbjahr wurde diese Schneemengen im Juni und Juli schnell aufgrund der hohen Temperaturen rasch abgebaut.

In den 49 Jahren waren 18 Haushaltsjahre positiv und 31 negativ, seit 1981 endeten von den 30 Haushaltsjahren 27 negativ und nur 4 positiv. Die Gleichgewichtslinie lag (rechnerisch) am 13.09.12 einer Höhe von 2.970 m, um ca. 125m höher als die mittlere Höhenlage 1982 bis 2011 von 2.845 m.

Der Zufluss in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 2011/12 $22,0 \text{ Mio. m}^3$ und lag damit 45% (!) über dem langjährigen Mittel 1942-2011 von $15,15 \text{ Mio. m}^3$; dementsprechend war die Jahresabflusshöhe im Einzugsgebiet 4.150 mm (!) gegenüber dem langjährigen Mittel 1942-2010 von 2.858 mm .

Aus der Wasserhaushaltsgleichung lässt sich eine Jahresniederschlagshöhe von $4.247 \text{ mm} \pm 6,8 \%$ abschätzen. Die Gletscherspende betrug ca. $1,6 \text{ Mio. m}^3$ (ca. 7 %).

Seit 1981 wurden insgesamt $-34,5 \text{ Mio. m}^3$ (mittlere spezifische Bilanz $-26,7 \text{ m}$) abgebaut.

Der Eisrand schmolz 2011/12 um $-3,9 \text{ m}$ zurück. Der Längenverlust betrug seit 1981 -599 m .

1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 2011/12

In diesem Jahr wurde zum 49. mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 32 mal über die maximale Ausaperung).

1.1. Witterungsverlauf 2011/12

Vergleicht man den Jahresverlauf der glazialmeteorologisch wichtigen Parameter: Temperatur, Niederschlag und Schneehöhe gewonnen aus den Klimadaten der Station Rudolfshütte (2.304 m), so ergibt sich für das Haushaltsjahr 2011/12 folgendes Bild:

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

Das Jahresmittel der Temperatur im hydrologischen Jahr 2011/12 lag mit $0,4^{\circ}$ deutlich über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2011 ($-0,3^{\circ}$). Das Winterhalbjahr mit $-4,4^{\circ}$ (Mittelwert von $-4,7^{\circ}$) war durchschnittlich temperiert, das Sommerhalbjahr war mit $+5,2^{\circ}$ (Mittelwert $+4,0^{\circ}$) deutlich zu warm.

Das Winterhalbjahr begann mit einem durchschnittlichen Oktober, gefolgt von einem sehr warmen November. Mit einem Mittelwert von $1,1^{\circ}$ lag die Temperatur um $4,4^{\circ}$ über dem langjährigen Mittel. Der Dezember war durchschnittlich temperiert, Jänner und Februar waren zu kalt, der Februar war mit einem Monatsmittel von $-12,2^{\circ}$ sogar extrem kalt.

Der Sommer begann durchschnittlich temperiert. Die Monatsmittel von April und Mai lagen etwa im langjährigen Mittel. Der Juni war mit einem Monatsmittel von $+7,4^{\circ}$ deutlich zu warm. Die etwa durchschnittlich temperierten Monate Juli und September wurden von einem sehr heißen August unterbrochen. Mit einem Monatsmittel von $+9,9^{\circ}$ war der August $2,0^{\circ}$ wärmer als im langjährigen Mittel. Das Maximum wurde am 19.8. mit $21,6^{\circ}$ C erreicht (Am 27.7.1983: $21,7^{\circ}$)

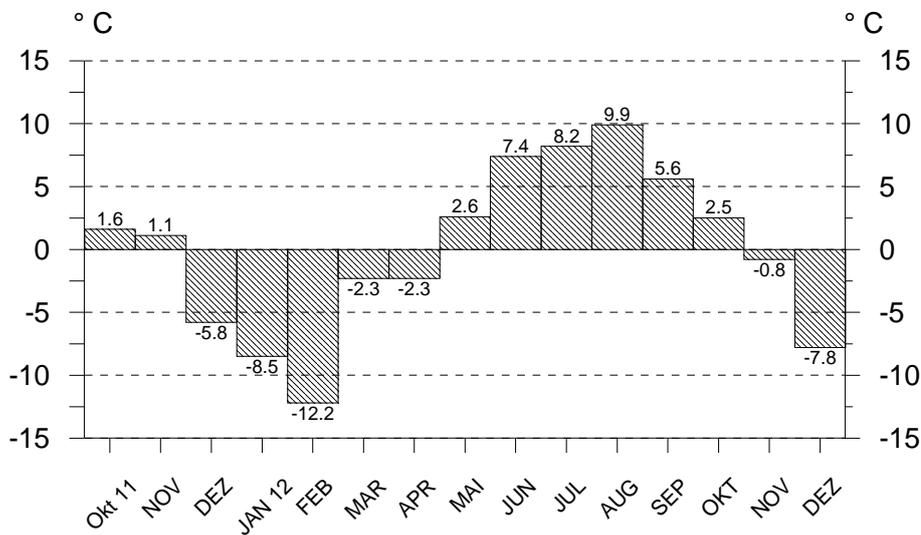


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 2011/12 an der Station Rudolfshütte (°C)

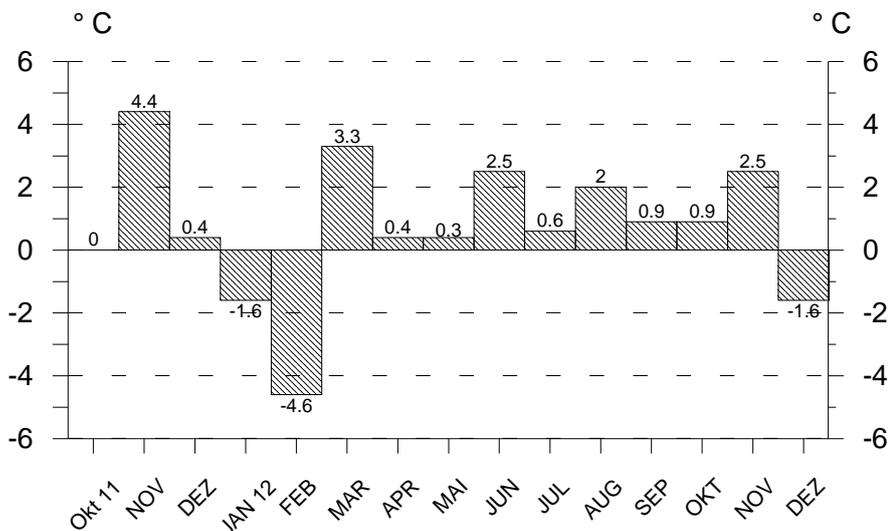


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur 2011/12 vom Mittel 1980-2011 (°C).

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

Die Niederschläge im hydrologischen Jahr 2011/12 lagen mit 2.494 mm (Station Rudolfshütte) etwa 5% über der an dieser Messstelle üblichen Niederschlagsmenge. Das jährliche Überangebot trat hauptsächlich im Winterhalbjahr auf, in dem ca. 10% mehr Niederschlag fiel als im langjährigen Mittel. Der Sommer war hingegen durchschnittlich feucht. Es fällt auf, dass im März und Juni der gemessene Monatsniederschlag nicht dem Schneehöhenzuwachs am Unteren Boden entspricht.

Das Winterhalbjahr begann mit einem sehr feuchten Oktober gefolgt von einem niederschlagslosen(!) November. In diesem Monat wurde an der Station Rudolfshütte keinerlei Niederschlag gemessen. Üblicherweise fallen in diesem Monat dort 163 mm Niederschlag. Dezember und Jänner waren hingegen wieder überdurchschnittlich feucht. Im Jänner wurde mit 312 mm sogar der doppelte durchschnittliche Niederschlag beobachtet. Nach einem durchschnittlichen Februar beendet ein feuchter März das insgesamt zu feuchte Winterhalbjahr.

Der Sommer begann mit einem etwas zu trockenen April, während alle anderen Monate ein durchschnittliches Niederschlag aufwiesen.

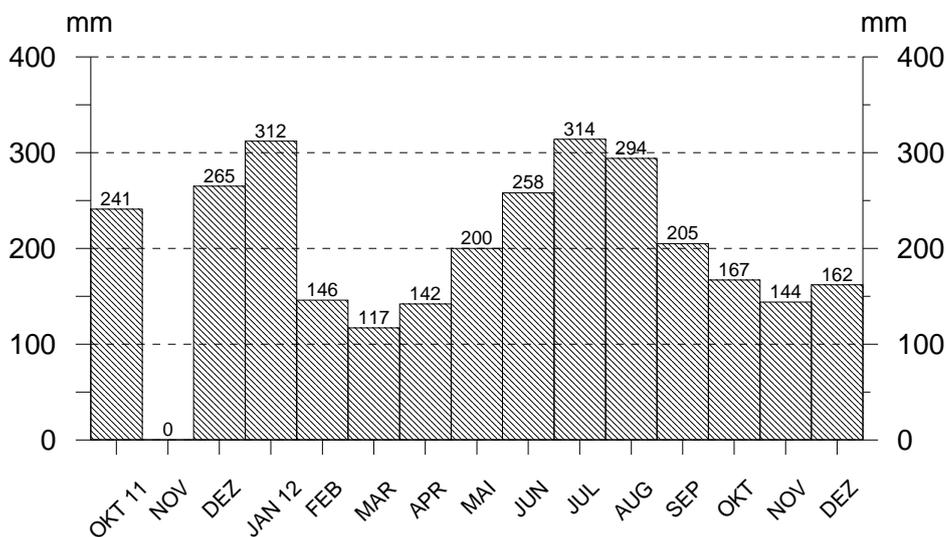


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlages 2011/12 an der Station Rudolfshütte (in mm)

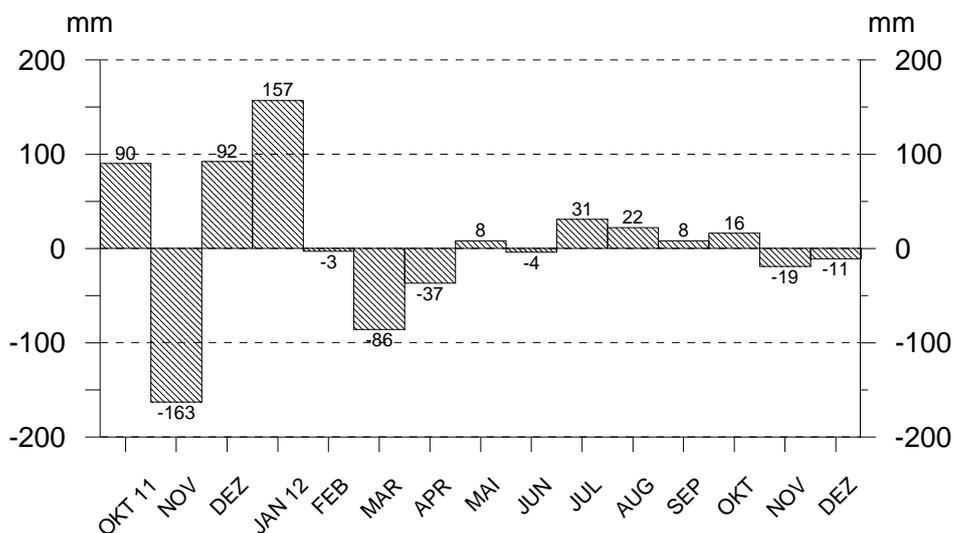


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlages 2011/12 vom Mittel 1981-2010 (in mm)

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

Der Aufbau der Schneedecke begann durchschnittlich. Am 1. November lag die Schneedeckenhöhe mit 65 cm exakt im langjährigen Mittel. Durch den extrem trockenen November kam es in diesem Monat zu keinem weiteren Aufbau der Schneedecke sodass Anfang Dezember weniger als die Hälfte der üblichen Schneedeckenhöhe gemessen wurde. Mit den feuchten Monaten Dezember und Jänner kam es im Hochwinter zu einer massiven Zunahme der Schneedeckenhöhe. Am 1. März lagen am Unteren Boden 453 cm Schnee, das sind ca. 40% mehr als im langjährigen Mittel.

Bereits Anfang April erreichte die Schneedeckenhöhe wieder durchschnittliche Wert, und am 1. Mai war der Wert schon deutlich zu niedrig. Nachdem Anfang Juni die Schneedecke noch überdurchschnittlich war, trug insbesondere der sehr warme Juni zu einem rasanten Abbau der Schneedecke bei. Dementsprechend hohe Zuflüsse in den Weißsee waren schon im Mai und vor allem im Juni (Abb. 13 und 14). Am 1. August schließlich wurden lediglich 25 cm gemessen. Im Durchschnitt sind es zu diesem Datum knapp 80 cm.

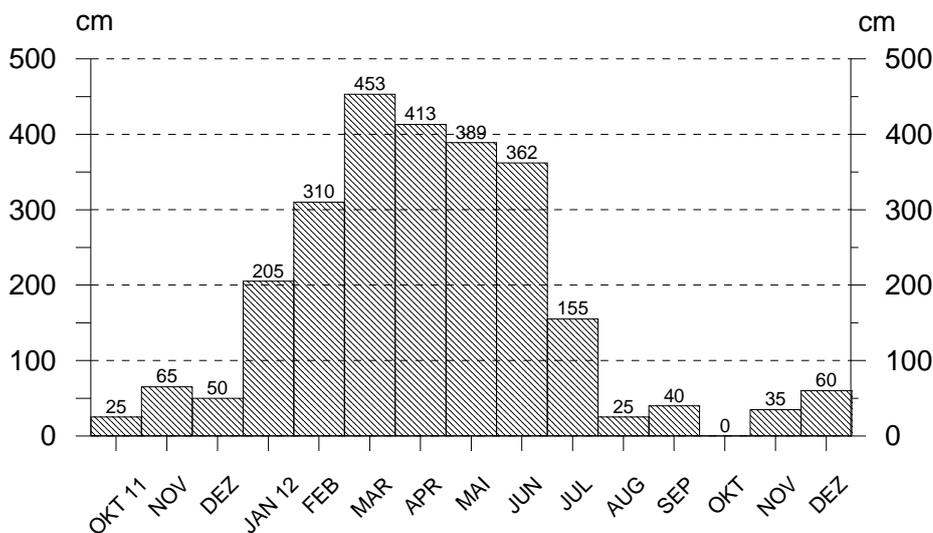


Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2011/12 (gemessen am 1. jeden Monats)

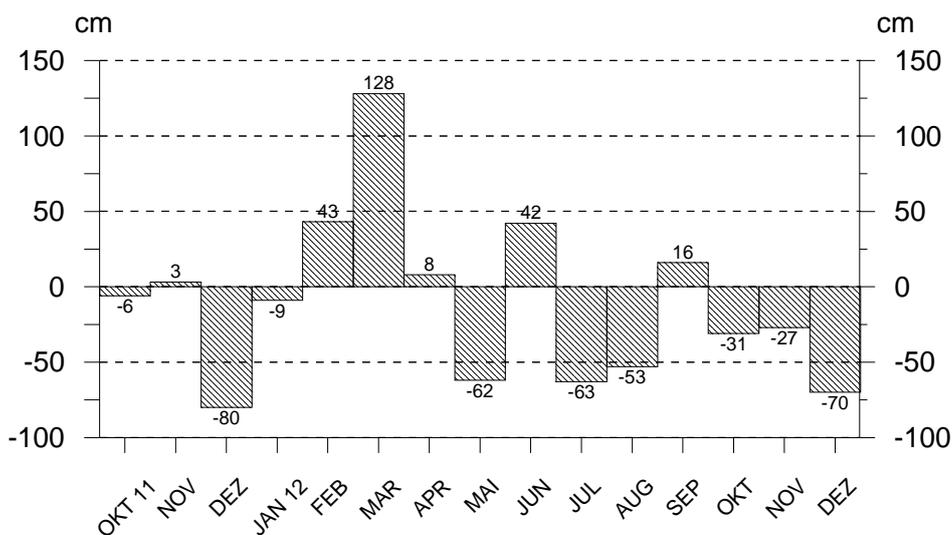


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) vom Mittel der Jahre 1980 – 2011

	Temperatur	Mittelwerte	Niederschlag	Mittelwerte
	2011/12	1980-2011	2011/12	1980-2011
Oktober 2011	1,6	1,6	241	151
November	1,1	-3,3	0	163
Dezember	-5,8	-6,2	265	173
Januar 2012	-8,5	-6,9	312	155
Februar	-12,2	-7,6	146	149
März	-2,3	-5,6	117	203
April	-2,3	-2,7	142	179
Mai	2,6	2,2	200	192
Juni	7,4	4,9	258	262
Juli	8,2	7,6	314	283
August	9,9	7,9	294	272
September	5,6	4,7	205	197
Oktober	2,5	1,6	167	151
November	-0,8	-3,3	144	163
Dezember	-7,8	-6,2	162	173
Hydr. Winter	-4,4	-4,7	1081	994
Hydr. Sommer	5,2	4,0	1413	1385
Hydr. Jahr 2011/12	0,4	-0,3	2494	2379
Kalenderjahr 2012	0,2	-0,3	2461	2379

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 2011/12 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw. 1981) bis 2011.

	Schneehöhen	Mittelwert
	2011/12	1980-2011
Oktober 2011	25	31
November	65	62
Dezember	50	130
Januar 2012	205	214
Februar	310	267
März	453	325
April	413	405
Mai	389	451
Juni	362	320
Juli	155	218
August	25	78
September	40	24
Oktober	0	31
November	35	62
Dezember	60	130

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnblickkees (Unterer Boden 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2011/12 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 – 2011 (gemessen am 1. des jeweiligen Monats).

Überblick über die klimatischen Verhältnisse 2011/12 an der Station Rudolfshütte:

Das hydrologische Jahr 2011/12 war bezüglich der Temperatur ein überdurchschnittlich warmes Jahr. Dabei lag der Winter mit $-4,4^{\circ}$ gegenüber einem Mittel von $-4,7^{\circ}$ annähernd im Mittel, der Sommer war aber mit $5,2^{\circ}$ deutlich über dem Durchschnitt der Jahre 1980 – 2011. Was die Niederschläge in diesem Jahr betrifft so vielen sie zu hoch aus, es wurden etwa 105% des Mittelwertes an Niederschlägen gemessen. Dabei war vor allem der Winter etwas zu feucht (1080 mm gegenüber etwa 1000 mm im Mittel), der Sommer war annähernd durchschnittlich feucht.

1.2. Berechnung der Massenbilanz 2011/12

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.

Das SSK wurden vom 21. bis 24. 8.2010 fotografiert. W. Gruber machte eine Fotodokumentation um mit dem Photomodeller- Auswerteprogramm die Ausaperungsstände zu kartieren. Eine große Hilfe waren Flugfotos am 11. 9. Ein Zwischenstand lag mit den Orthophotos von SAGIS vom 18.78. vor. Mit diesen Fotos und terrestrischen Laserscans konnte die aktuelle Gletschergrenze und damit die neue Gletscherfläche bestimmt werden; sie ist nur mehr knapp unter 1 km². Die maximale Ausaperung konnte mit den Flugfotos vom 11. 9 und unter Verwendung der maximalen Ausaperung von 2003 sehr gut erfasst werden. (Abb. 10)



Abb. 9: Das Stubacher Sonnblickkees am 11.09.2012. Die maximale Ausaperung war am nächsten Tag (Foto: H. Wiesenegger)

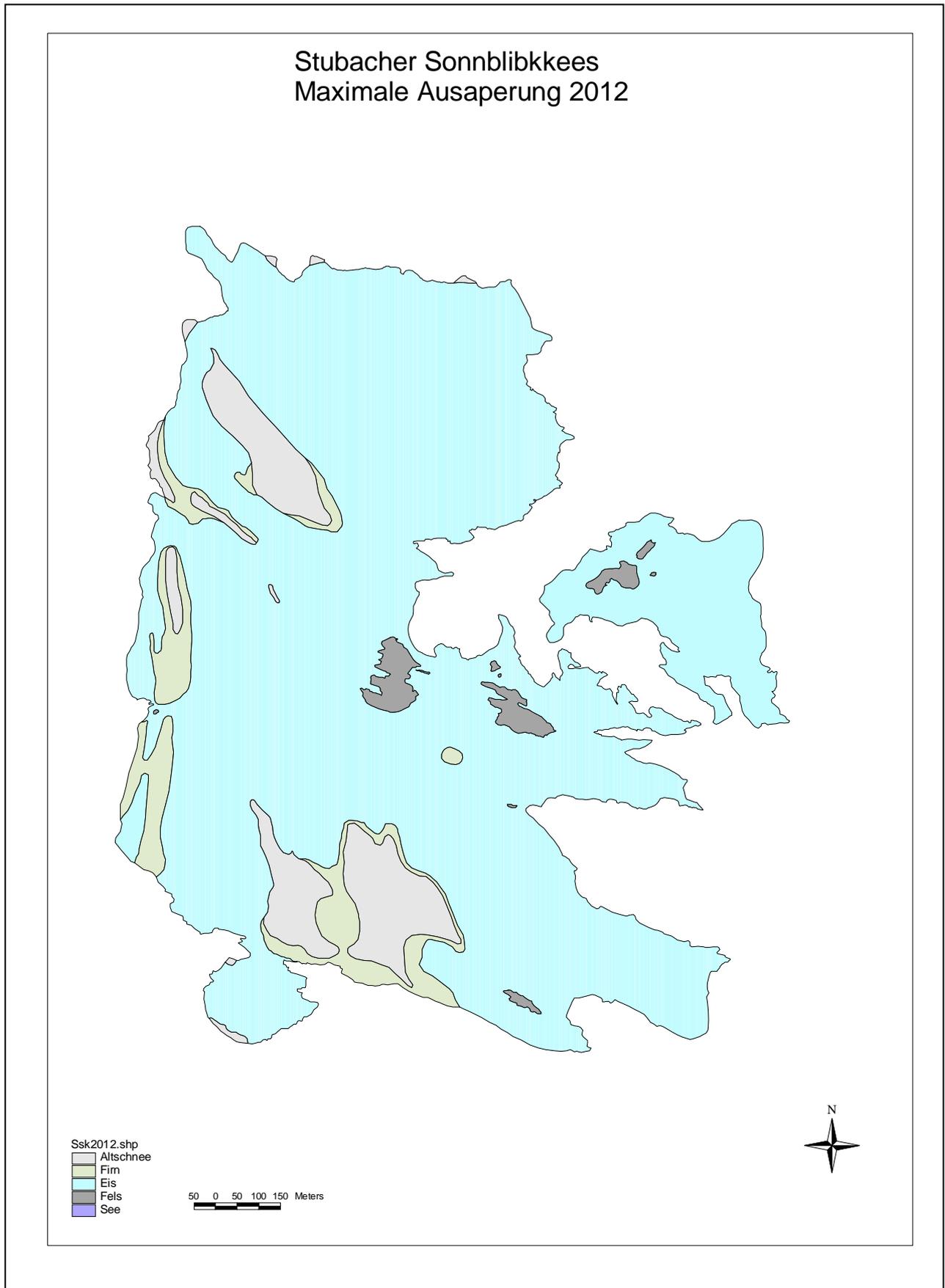


Abb. 10: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblibkkees am 12.09.2012

Die Digitalisierung der Karte der maximalen Ausaperung nach Altschnee-, Firn- und Eisflächen je 100-m Höhenstufen im Originalmaßstab 1:5.000 ergab die entsprechenden Flächenwerte (Tab. 3), mit denen in weiterer Folge die Massenbilanz des SSK-Hauptteil) und SSK–Unterer Boden berechnet wurde.

Sonnblickkees Hauptteil					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2600- 2700	0	0	57717	57717	57717
2700- 2800	26740	2966	353452	356419	383159
2800- 2900	18279	11550	260759	272310	290590
2900- 3000	42015	48386	163592	211979	253994
3000- 3100	835	0	9949	9949	10785
Gesamt	87872	62903	845472	908375	996247

Tab. 3: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m²,
Stand der max. Ausaperung: 13.09.2012

Die maximale Ausaperung wurde war am 12. September 2012 erreicht das Haushaltsjahr endete am 13.9. Schneefälle bzw. kühle Wetterphasen in der letzten Augustwoche hatten die lange Abschmelzphase beendet und die Ausaperung unterbrochen. Schneefälle an 12.9. Nachmittag bedeckten das Sonnblickkees mit Neuschnee, am 13.9. lagen an der Station RH 43 cm Neuschnee, es schneite bis 1500 m und am 14. bis 1450 m herab. Der Gletscher wurde bis in die 1. Oktoberwoche nicht mehr frei, am 7. 10. War nur de schon abgetrennte Teil (Gehänge) aper. Am 8.10. schneite es bis 2250 m.

1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 2011/2012 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 2010/2011 folgende Massenbilanzwerte:

Spezifische Nettoakkumulation:	b_c	=	2,0 g/cm ²
Spezifische Nettoablation:	b_a	=	- 138,9 g/cm ²
Mittl. spez. Nettobilanz:	b	=	- 136,9 g/cm ²

Die Massenbilanz des SSK (Hauptteil) 2011/2012 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

S_c km ²	b_c g/cm ²	B_c 10 ⁶ m ³	S_a km ²	b_a g/cm ²	B_a 10 ⁶ m ³	S km ²
0,088	2,0	0,020	0,908	-138,9	-1,383	0,996
B 10 ⁶ m ³	b g/cm ²	S_c/S	S_c/S_a	GW	natürliches Haushaltsjahr	
-1,363	-136,9	0,088	0,097	2.970 m	19.09. 11 - 13.09.2012	

(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 $-136,9$ g/cm² eine stark negative Bilanz, trotzdem es im Hochwinter zu großen Schneehöhen kam.

Die feuchtkalten Monate Dezember und Jänner sowie der sehr kalte Februar führten zu eine Schneehöhe von 453cm am 1. März, der dritthöchste Wert seit 1980. Schon Anfang April war die Schneedecke wieder durchschnittlich dick. Diese negative Entwicklung setzt sich auch in die Hauptablationsmonate fort. Am 1 August war die Schneedecke nur mehr 25 cm gegenüber einem Durchschnitt von 80 cm dick. Durch die sehr warmen Sommertemperaturen kam es bis zum Ende

des Haushaltsjahres zu beträchtlicher Abschmelzung und schließlich einer stark negativen Jahresbilanz von fast 1,4 Mio. m³.

1.3. Die Längen- und sonstigen Vermessungen

Heuer fanden die 53. Längenmessungen am SSK, Unteren Riffelkees und Ödenwinkelkees statt.

Die Längenänderung des Stubacher Sonnblickkeeses wurde - im Rahmen der OeAV-Gletschermessungen - am 29. 8. gemessen (H. Wiesengger, H. Slupetzky, G. Seitlinger). Es ergab sich mit - 3,9 m ein moderater Längenverlust, wobei der Betrag bei der Filleckzunge - 3,1 m und bei der Sonnblickzunge - 4,3 m war. Da das Gletscherende nun hoch oben liegt, sind die Änderungen nur mehr gering. - Seit 1960 wurde das SSK um 587 m und seit 1981 um 599 m kürzer.

Die Pegelmessungen unter der Leitung von M. Kiskemper, FH Neunbrandenburg, fanden am Ödenwinkelkees am 27.8. statt, die Pegel und Querprofilmessungen sowie Messungen des Eis- und Seerandes am SSK wurden am 22.8.

durchgeführt. Am 27.8. wurden die 7 Referenzpegel am ÖWK eingebohrt (B. Seiser, H. Slupetzky).

Am 24.8. wurde das SSK vom Klapp Ost (Filleck) und vom Punkt Zungenmitte gescannt (Th. Gaisecker, G. Ehgartner).

2. Ergebnisse der Niederschlagsmessungen

2.1 Berechnung fehlender Monatswerte

In diesem Jahr endete die ganzjährige monatliche Ablesung der fünf Totalisatoren bzw. wurde diese unterbrochen.

Die Berechnung der fehlenden Werte ab September erfolgte auf Basis linearer Korrelationen aus den Werten der vorhandenen Standorte WS und TM. Dabei wurden die Korrelationskoeffizienten aus den Gesamtmessreihen ermittelt. Die Koeffizienten von 0,87 bzw. 0,82 zwischen den Totalisatoren WS und KT bzw. SK bedeuten einen sehr starken linearen Zusammenhang der beiden Messreihen. Die Werte von 0,73 bzw. 0,70 zwischen den Messreihen TM und LB bzw. BS stehen immer noch für einen signifikanten Zusammenhang, welcher die Ableitung von Monatsquotienten rechtfertigt. Die Quotienten (Q1 bis Q4) wurden in Folge aus der gesamten Messreihe für jeden Monat abgeleitet

	WS	KT	SK	TM	LB	BS
WS	1,00	0,87	0,82			
KT	0,87	1,00				
SK	0,82		1,00			
TM				1,00	0,73	0,70
LB				0,73	1,00	
BS				0,70		1,00

Tab. 4: Korrelationskoeffizienten aus Gesamtmessreihen der Totalisatoren (nach A. Gassner, Ausschnitt)

	WS	Q1	KT	Q2	SK	TM	Q3	BS	Q4	LB
Sep.12	212	1,042	203	1,2	177	140	1,034	135	1,18	119
Okt.12	225	1,1	205	1,17	192	149	0,957	156	1,23	121
Nov.12	193	1,2	161	1,49	130	176	0,954	184	1,16	152
Dez.12	273	1,16	235	1,48	184	186	0,907	205	1,07	174

Tab. 5: Quotienten und berechnete Werte

	Jan	Feb	Mar	April	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	2012
Handmessung	367,4	183,1	129,7	221,3*	226,6	286,9	333,4	330,0	203,5	212,4	171,7	218,7	2884,7
Registrierung	312,1	145,5	117,2	142,4	200	258,4	313,6	239,5	205,2	177,7	143,6	162,1	2417,3
Differenz	55,3	37,6	12,5	78,9	26,6	28,5	19,8	90,5	-1,7	34,7	28,1	56,6	467,4

* ... im Hydroformular 197,7

Tab. 6: Niederschlagswerte Rudolfshütte

Die Tab. 6 zeigt die bekannte Problematik der Niederschlagsmessung im Gebirge. So ergeben die Handmessungen (Ombrometer) an der Wetterstation RH deutlich höhere Werte als die Niederschlagsregistrierung und besonders zum Totalisator Weißsee noch größere Unterschiede Tab. 7) Dies äußert sich auch in der schlechten Korrelation der Station RH zu den Totalisatoren im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee.

2.2. Niederschlagswerte 2011/12 bzw. 2012 in den Einzugsgebieten der Speicher Weißsee und Tauernmoossee

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, Kalser Tauern und Sonnblickkees Abb. 12.

Aufgrund der überdurchschnittlichen Schneehöhen im März und auch Juni am Unteren Boden (Abb. 5 und 6) wäre für die Totalisatormessstellen höhere Winter – Niederschlagssummen zu erwarten. In diesen schneereichen Monaten gleichzeitig mit starkem Wind sind die Defizite größer.

Beim Ombrometer bzw. bei der Niederschlagsregistrierung an der Station RH kann erst in der Zukunft der Einfluss der Verlegung der Station zur alten ÖBB Bergstation auf die Homogenität der Messreihe geprüft werden.

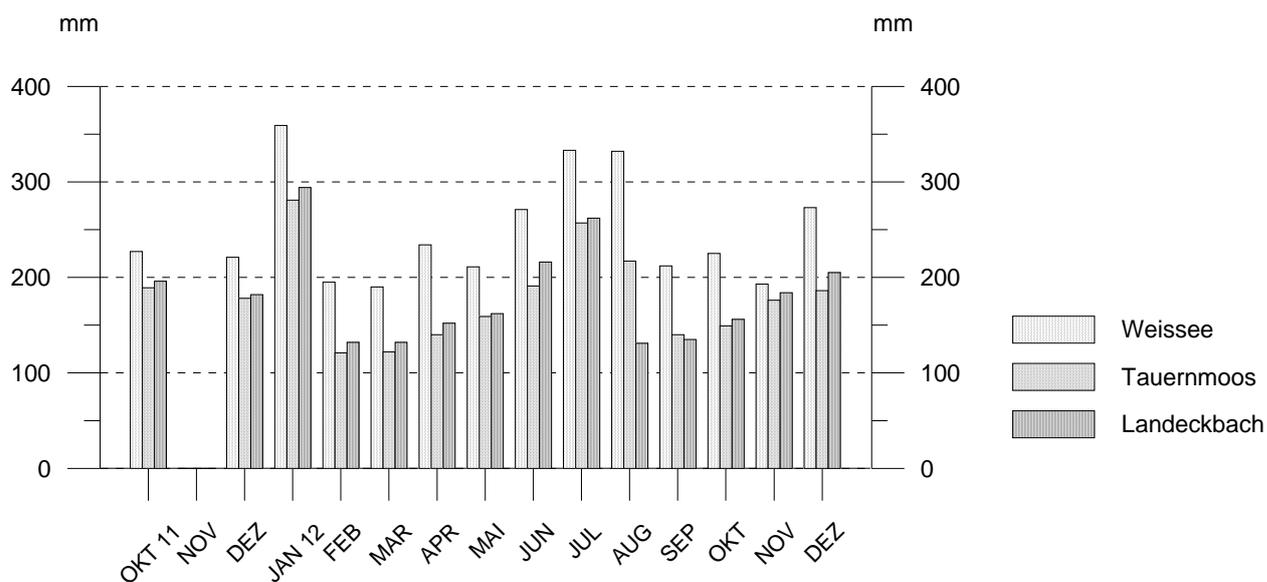


Abb. 11: Monatsniederschlag 2011/12 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

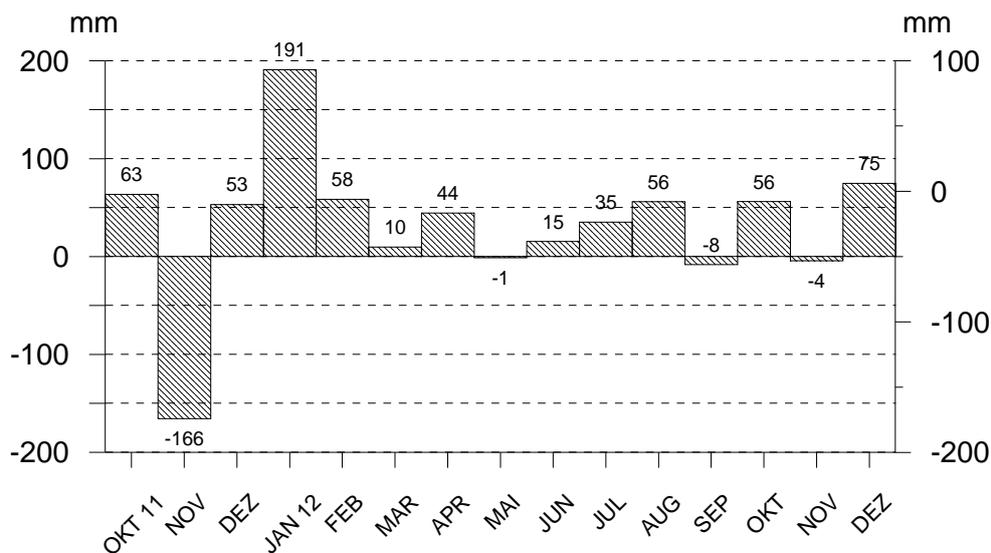


Abb. 12: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weißsee, Kalser Tauern und Sonnblickkees 2011/12 vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 2011) in mm

	WS	KT	SK	TM	BS	LB	RH
	2.270m	2.390m	2.510m	2.040m	2.040m	2.040m	2.304m
Oktober 2011	227	217	199	189	196	107	241
November	0(-184)	0(-166)	0(-147)	0(-116)	0(-123)	0(-104)	0(-157)
Dezember	221	215	191	178	182	153	265
Januar 2012	359(190)	341(200)	314(182)	281(97)	294(212)	202(105)	312(166)
Februar	195	187	179	121	132	112	146
März	190	194	181	122	132	107	117
April	234	243	240	140	152	71	142
Mai	211	223	223	159	162	60	200
Juni	271	282	273	191	216	92	258
Juli	333	327	327	257	262	154	314
August	332	335	337	217	131	171	294
September	[212]	203	177	[140]	135	119	205
Oktober	[225]	204	192	[149]	156	121	167
November	193	161	130	[176]	184	152	144
Dezember	273	235	184	186	205(+108)	174	162
Kalenderjahr 2012	3028	2935	2757	2139	2161	1535	2461
hydr. Jahr 2011/12	2785	2767	2641	1995	1994	1348	2494
hydr. Sommer 12	1593	1613	1577	1104	1058	667	1413
hydr. Winter 11/12	1192	1154	1064	891	936	681	1081

Tab. 7 Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 2011/12 und im Kalenderjahr 2012 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-2011 in runden Klammern, in eckigen Klammern (Interpoliert, da unsichere bzw. unvollständige Messungen) über Korrelation der Gesamtperiode berechnete Werte *kursiv* (RH = Ombrometer Rudolfshütte, WS = Totalisator Weißsee, KT = Tot. Kalser Törl, SK = Tot. Sonnblickkees, TM = Tot. Tauernmoos, BS = Tot. Beileitung Süd, LB = Tot. Landeckbach)

	2012	1964-2011	Abweichungen	%
Tot.Weißsee (2.270m)	3028	2605	423	116
Tot.Kalser Törl (2.390 m)	2935	2340	595	125
Tot. Sonnblickkees	2757	2197	560	125
Tot.Tauernmoos (2.040 m)	2139	1791	348	119
Tot.Landeckbach (2.040 m)	2161	1755	406	123
Tot.Beileitung Süd (2.040 m)	1535	1559	-24	98
Omr.Rudolfshütte (2.304 m)	2461	2264	197	109
"Mittel der 6 Totalisatoren"	2426	2041	385	119

Tab. 8: Jahressummen des Niederschlages im Kalenderjahr 2012 (in mm), Abweichungen vom Mittel 1964 (bzw. 1980) bis 2011 und relativ zum Mittelwert (Prozent).

In diesem Jahr zeigte sich ein recht einheitliches Bild an den Totalisatoren. Die Totalisatoren hatten im Schnitt knapp 20% höhere Mengen als im Mittel zu erwarten wären. Dabei fällt der Tot. Beileitung Süd mit durchschnittlichem Niederschlag aus der Reihe. Die 20% sind sicher zu wenig und als eine Untergrenze anzusehen, da die Defizite bzw. „Messfehler“ bei den Totalisator-Niederschlagsmessungen heuer besonders groß gewesen sein müssen (siehe 4.1. Jahresniederschlagshöhe von über 4000 mm!).

3. Der Abfluss 2011/12 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. 6):

	2011/12	1942-2011	% vom Mittel		2011/12	1942-2011	% vom Mittel
Oktober 2011	1111	659	169	Juli	4997	4296	116
November	102	178	57	August	5054	3508	144
Dezember	256	107	239	September	3020	1869	162
Januar 2012	132	113	117	Oktober	1892	666	284
Februar	124	82	151	November	282	177	159
März	38	85	45	Dezember	113	109	104
April	40	129	31				
Mai	1616	963	168	Hyd. Jahr 2011/12	21992	15150	145
Juni	5502	3153	175	Kalenderjahr 2011	22810	15150	151

Tab. 9: Monatlicher Abfluß 2011/12 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-2011 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m³)

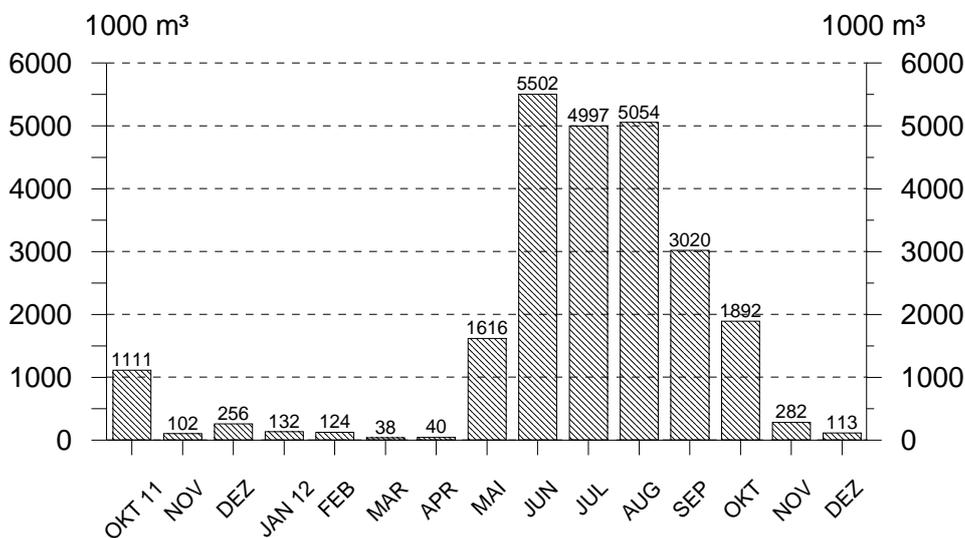


Abb. 13: Monatliche Abflusshöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 2011/12 (in 1000 m³)

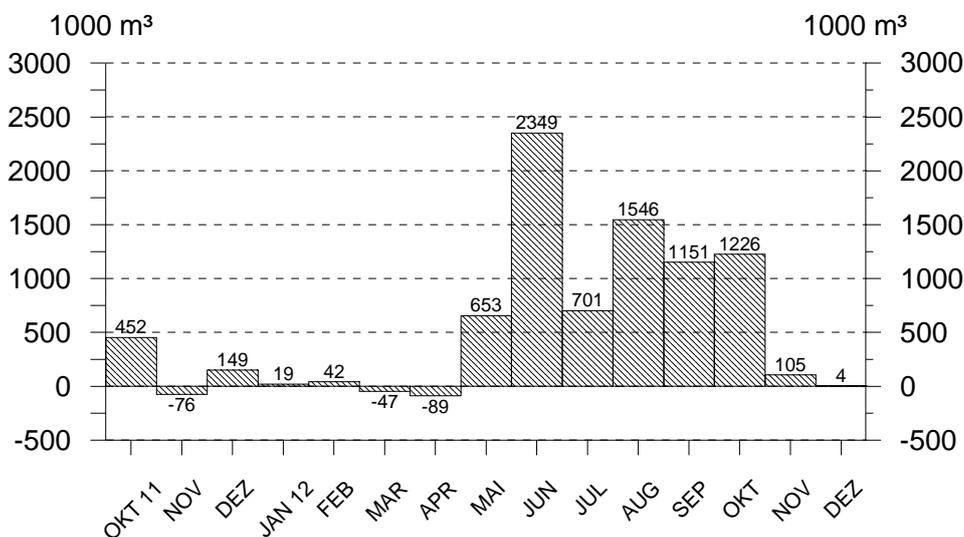


Abb. 14: Abweichungen der monatlichen Abflusshöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 2010/11 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte außergewöhnlich früh, schon am 1. August, den Vollstau. Der Zufluss im hydrologischen Jahr 2011/12 lag mit 21,99 Mio. m³ 45% über dem langjährigen Mittel von 1942 bis 2011 (15,15). Die Jahres-Abflusshöhe betrug 4.150 mm (Mittel 1942-2011: 2.858 mm).

In Abb. 13 sind die monatlichen Abflusshöhen, in Abb. 14 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 2011/12 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Der Zufluss zum Speicher Weißsee war im Oktober stark überdurchschnittlich, das gesamte restliche Winterhalbjahr durchschnittlich. Im Sommerhalbjahr wurden teilweise extrem hohe Abflusswerte registriert. Bei den Absolutwerten brachten Juni, Juli und August extrem hohe Werte, insbesondere der Juni war auch beim Relativwert beeindruckend: ganze 175 % des Durchschnittswertes der Jahre 1942 bis 2011 und mehr als 5,5 Mio. m³ flossen in diesem Monat in den Weißsee.

4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 2011/12 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 24 % vergletschert, wobei das Sonnblickkees 21% 1.108 km² ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Wasserhaushaltsgleichung $N = A + V + (R - B)$ mit den berechneten und geschätzten Beträgen für 2011/12 und der Fehlerschätzung (Tabelle 7).

	spezifisch (in mm)	absolut (in m ³)	geschätzter Fehler
Niederschlag	4.247	22.509.000	± 6,8%
Abfluss	4.149	21.992.000	± 5%
Verdunstung	400	2.120.000	±25%
Bilanz SSK (inkl. Filleckkees)	-257	-1.363.000	±5%
SSK Unterer Boden	-29	-153.000	±5%
Bilanz Weißseekees	-18	-96.200	±30%
Altschneeflecken	5	24.500	±30%
Firnflecken	-3	-10.000	±30%

Tab. 10: 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 4.247 mm ± 6,8 %.

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 2011/12 2.803mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 4.247 mm ist dies um 1.444 mm oder 7,6 Mio m³ zu wenig. Das bedeutet, dass die Totalisatoren im Mittel um etwa 34 % zu wenig anzeigten (siehe 2.)

5. Überblick über die Massenbilanz - Messreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1964-2012

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 49 Massenbilanzen waren 18 positiv und 31 negativ. Von 1964 bis 2011 betrug die kumulative Massenbilanz -24,1 Mio. m³ oder -23,9 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 -33,9 Mio. m³ (spez. Bilanz: -33,3 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -27,9 Mio. m³ oder -27,6 m spez. Bilanz.

Das SSK wurde um - 3,9 m kürzer (Längenmessungen des Österreichischen Alpenvereins). Nachdem der Eisrand von Beginn der Messungen 1960 bis 1964 19 m zurück geschmolzen war, stieß das SSK bis 1981 17,3 m vor. Seit 1981 verlor der Gletscher insgesamt - 599 m an Länge. Seit 1960 wurde das Kees um - 587 m kürzer. Der Eisrandsee vergrößerte sich weiter. - Die Felsinseln im Gletscher sind größer geworden.

Dank

Die Wasser- und Eishaushaltsmessungen am Stubacher Sonnblickkees bzw. im Einzugsgebiet der Speicher im Stubachtal werden im Auftrag des Hydrographischen Dienstes Salzburg durchgeführt.

Die Betreuung des Totalisator-Messnetzes erfolgt durch R. Winter, Uttendorf, allerdings nur bis August. Er beendete damit eine außergewöhnlich lange wie verlässlich durchgeführte Beobachtungsreihe seit 1973 - Die Abflussdaten stellten die ÖBB – Infrastruktur Aktiengesellschaft, Geschäftsbereich Kraftwerke, zur Verfügung. - Die Wetterdaten stammen von der Station Rudolfshütte bzw. von der Wetterdienststelle Salzburg. - Verschiedene freiwillige Mitarbeiter halfen bei den Feldarbeiten (N. Slupetzky, H. Wiesenegger, B. Zagel, A. Gassner). Martin Kieskemper führte (nun 19 Jahre) die geodätischen Vermessungen durch. B. Seiser bohrte die Pegel am Ödenwinkelkees. G. Ehgartner und Th. Gaisecker scannten das SSK. Walter Gruber machte eine Fotodoku um Erfahrungen für eine selbständige Kartierung der Ausaperung durchzuführen. P. und N. Slupetzky waren logistisch sehr hilfreich. Allen sei sehr gedankt.

Wir danken allen genannten Personen und Institutionen und auch den nicht namentlich erwähnten Mitarbeitern für ihre Hilfe und die gute Zusammenarbeit herzlich.

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

Mag. Gerhard Ehgartner
EGEO Informatics
Waldweg 7
A-4892 Fornach