

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

**Ergebnisbericht für 2009**

**Zusammenfassung**

Im Haushaltsjahr 2008/09 – das 46. Messjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 – hatte das Sonnblickkees eine nur negative Bilanz von  $-25,4 \text{ g/cm}^2$  (mittlerer) spezifischer Nettobilanz oder  $-0,318 \text{ Mio. m}^3$  Netto-Massenverlust. Das Haushaltsjahr endete erst am 10.10.2009.

Der Hauptgrund für diese gering negative Bilanz waren die häufigen Schneefälle im Mai und Juni und somit einer relativ späten Ausaperung, die sommerlichen Kaltlufteinbrüche mit Schneefällen im August sowie die Schneefälle in der ersten Septemberhälfte. Der durchgehend sehr warme August und die Fortsetzung der Abschmelzung ab Mitte September bis weit in den Oktober hinein verhinderten eine positive Massenbilanz.

In den 46 Jahren waren 18 Haushaltsjahre positiv und 28 negativ, seit 1981 endeten von den 27 Haushaltsjahren 23 negativ und nur 4 positiv. Die Gleichgewichtslinie lag (rechnerisch) am 10.10.09 in einer Höhe von 2.780m, um 67 m tiefer als die mittlere Höhenlage 1982 bis 2008 von 2.847m.

Der Zufluss in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 2008/09  $16,07 \text{ Mio. m}^3$  und lag damit über dem langjährigen Mittel 1942-2008 von  $15,06 \text{ Mio. m}^3$ ; dementsprechend war die Jahresabflusshöhe im Einzugsgebiet  $3.032 \text{ mm}$  (Mittel 1942-2008  $2.841 \text{ mm}$ ).

Aus der Wasserhaushaltsgleichung läßt sich eine Jahresniederschlagshöhe von  $3.388 \text{ mm} \pm 7,5 \%$  abschätzen.

Die Gletscherspende betrug ca.  $0,2 \text{ Mio. m}^3$  (etwas mehr als 1 %).

Seit 1981 wurden insgesamt  $-29,7 \text{ Mio. m}^3$  (mittlere spezifische Bilanz  $-22,5 \text{ m}$ ) abgebaut, der Längenverlust betrug seit 1981 -  $81,5 \text{ m}$ . Der Eisrand schmolz 2008/09 um  $-15,3 \text{ m}$  zurück..

**1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 2008/09**

In diesem Jahr wurde zum 46. mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 29 mal über die maximale Ausaperung).

**1.1. Witterungsverlauf 2008/09**

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 2008/09 folgendes Bild:

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

Das Jahresmittel der Temperatur im hydrologischen Jahr 2008/09 lag mit  $0,6^\circ$  ziemlich genau Mittel der Jahre 1980 bis 2008 ( $-0,51^\circ$ ). Das Winterhalbjahr war mit  $-5,4^\circ$  (Mittelwert von  $-4,4^\circ$ ) ca.  $1^\circ$  zu kühl, das Sommerhalbjahr war mit  $+5,5^\circ$  (Mittelwert  $+6,4^\circ$ ) in derselben Größenordnung zu warm.

Im Winterhalbjahr war der Oktober zu warm, der November durchschnittlich temperiert. Der restliche Winter war durchwegs zu kalt, wobei Dezember, Januar und März moderate Abweichungen nach unten zeigten ( $-0,7$  bis  $-1,3^\circ$ ) der Februar hingegen extrem kalt war (Abweichung  $-2,5^\circ$ ).

Nach dem kühlen Winter beginnt das hydrologische Sommerhalbjahr sehr warm. Der April mit  $+2,8^\circ$  und der Mai mit  $+2,4^\circ$  zeigten beträchtliche positive Abweichungen von den Mittelwerten. Nach den beiden zu kühlen Monaten Juni und Juli ( $-0,4$  bzw.  $-1,6^\circ$ ) endete der Sommer wieder überdurchschnittlich warm (August:  $+2,0^\circ$ , September:  $+1,4^\circ$ ).

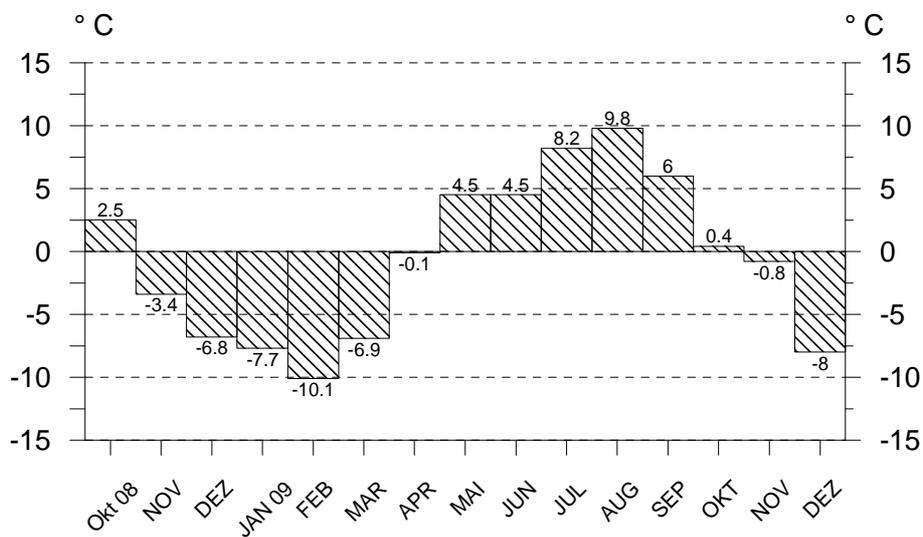


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 2008/09 an der Station Rudolfshütte (°C)

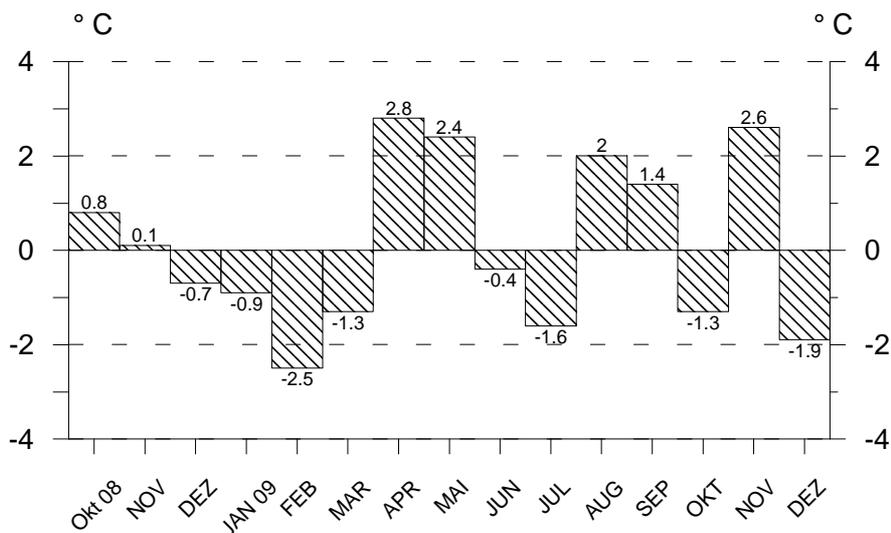


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur 2008/09 vom Mittel 1980-2008 (°C).

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

Die Niederschläge im hydrologischen Jahr 2008/09 waren mit 2.706 mm (Station Rudolfshütte) deutlich über dem Durchschnitt der Jahre 1980-2008 (2.387 mm). Dabei zeigte sich der Winter besonders feucht, die Niederschlagssumme im hydrologischen Winterhalbjahr lag mit 1.220 mm 20% über dem Mittelwert. Auch der Sommer lag mit 1.486 mm mehr als 100 mm über dem Mittel.

Das Winterhalbjahr zeigte sich uneinheitlich. Auf einen durchschnittlich feuchten Oktober folgten ein trockener November und mit 287 mm (gegenüber 170 mm Mittelwert) ein deutlich zu feuchter Dezember. Nachdem der Januar wieder sehr trocken war endete der Winter schließlich sehr feucht: Februar mit 285 mm (Mittelwert 147mm) und März mit 319 mm (Mittelwert 205 mm).

Der Sommer begann extrem trocken mit nur 80 mm im April (Mittelwert: 190 mm). Auf einen durchschnittlichen feuchten Mai folgt ein extrem feuchter Juni. Mit 424 mm wurden im Juni um über 60% mehr Niederschlag gemessen als zu erwarten gewesen wäre. Die zweite Sommerhälfte blieb im Wesentlichen durchschnittlich feucht.

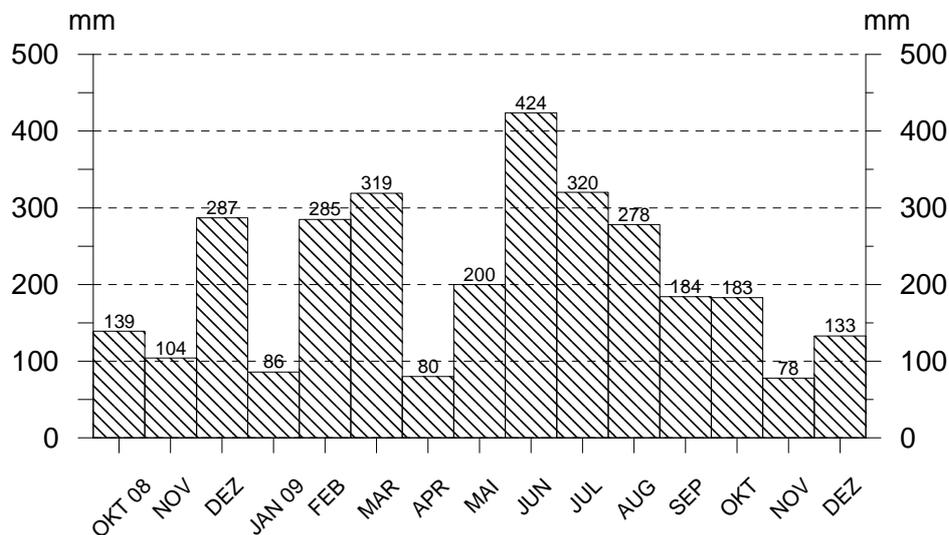


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlages 2008/09 an der Station Rudolfshütte (in mm)

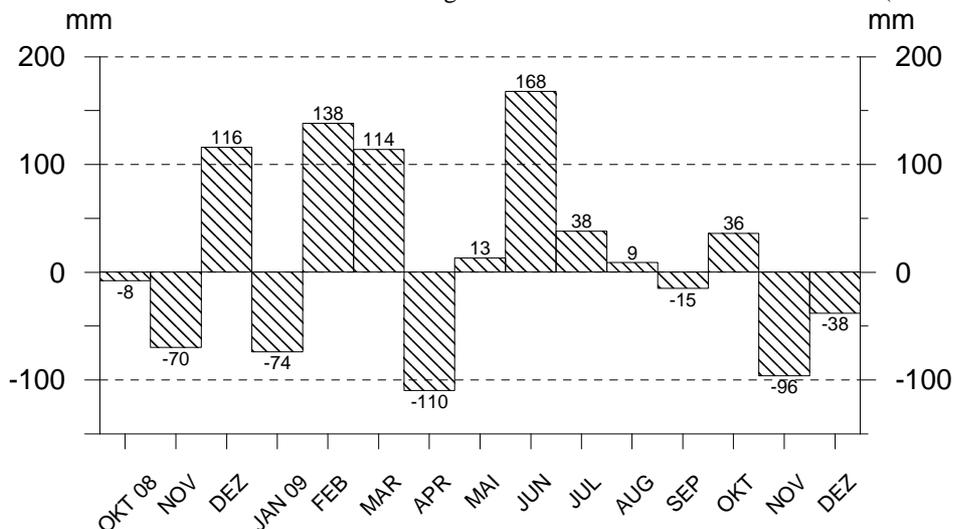
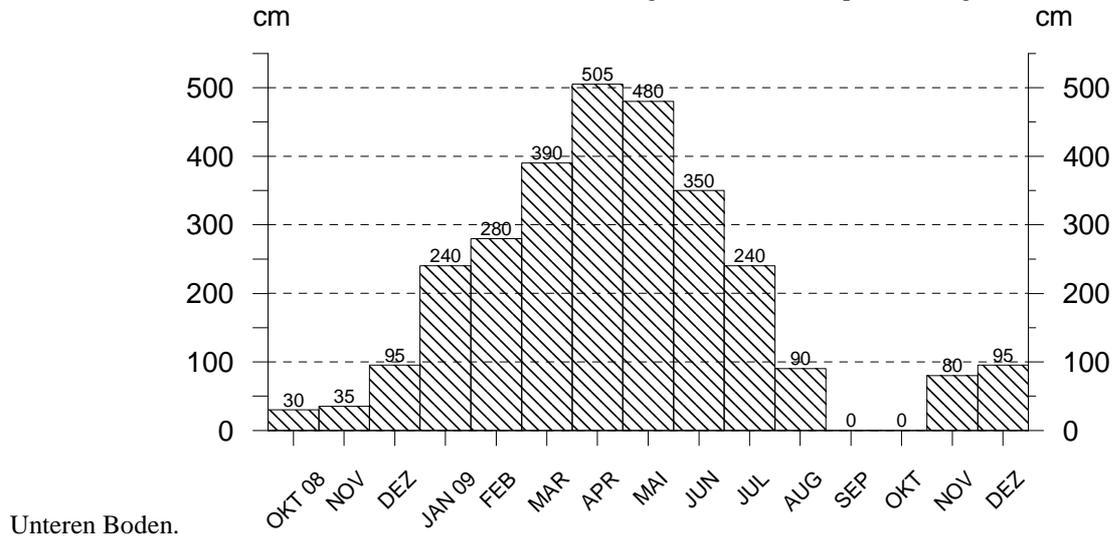


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlages 2008/09 vom Mittel 1981-2008 (in mm)

**Schneehöhe** am Unteren Boden des SSK in 2.500 m Seehöhe (Tab. 2, Abb. 5 und 6):

Die Schneedecke entwickelte sich im Frühwinter 2008/09 unterdurchschnittlich. Am 1. Dezember 2008 lag am Unteren Boden weniger Schnee. Ab diesem Zeitpunkt entwickelte sich die Schneedecke allerdings stark überdurchschnittlich, sodass am 1. April bereits über 5 Meter Schneehöhe gemessen wurde. Dieser Wert bedeutete um fast 1 Meter mehr Schnee als um diese Jahreszeit üblich und gleichzeitig den fünfthöchsten Wert im Beobachtungszeitraum seit 1980 (Mittewert der Jahre 1980 bis 2008). Schon am 1. Mai war die Schneehöhe aber wieder fast durchschnittlich und das blieb bis zum 1. August so. Am 1. September lag kein Schnee mehr am



Unteren Boden.

Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2008/09 (gemessen am 1. jeden Monats)

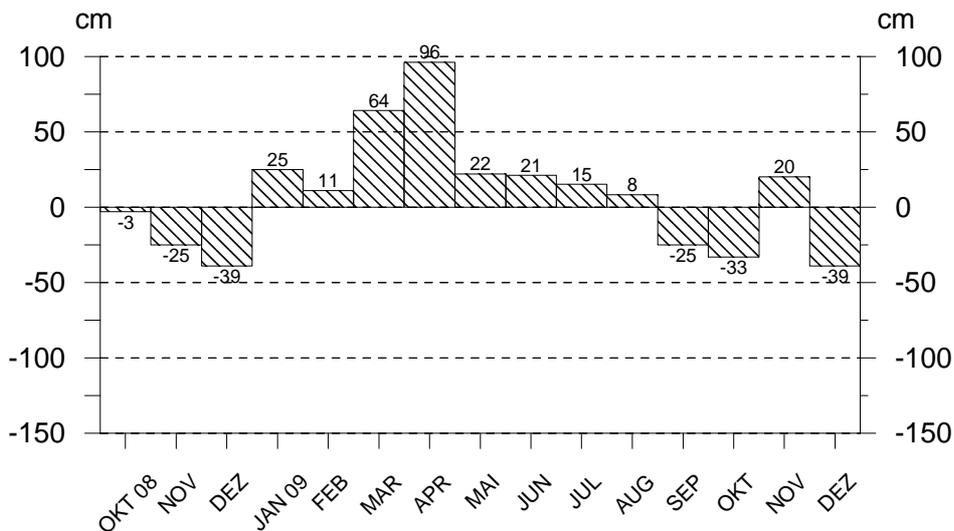


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen 2008/09 (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.500 m) vom Mittel der Jahre 1980 – 2008

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

Der Anteil des festen Niederschlages am Gesamtniederschlag war im gesamten Winterhalbjahr durchschnittlich. Lediglich der November zeigte einen etwas zu hohen Wert an Festniederschlag. Im Mai wurde ein deutlich zu niedriger, im Juni ein etwas zu niedriger Anteil an Festniederschlag beobachtet. Nach einem Juli mit deutlich überdurchschnittlich Festniederschlagsanteil folgte ein August, in dem fast der gesamte Niederschlag in Form von fiel. Im langjährigen Mittel fallen an der Station Rudolfshütte ein Viertel der Niederschläge in fester Form. Das hydrologische Jahr enden mit leicht unterdurchschnittlichem Festniederschlagsanteil im September.

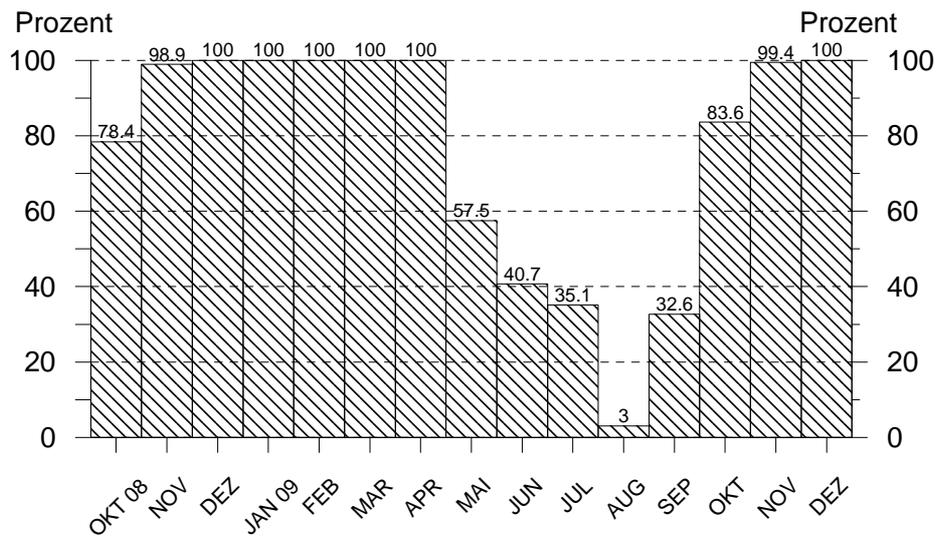


Abb. 7: Anteil des festen Niederschlages 2008/09 an der monatlichen Gesamtniederschlagsmenge

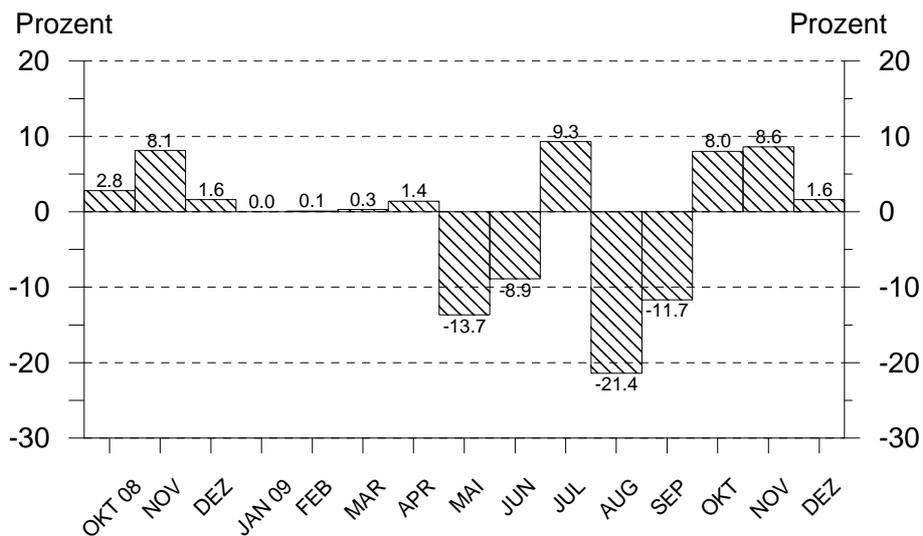


Abb. 8: Abweichung des Anteiles am monatlichen Festniederschlag 2008/09 vom langjährigen Mittel 1980 - 1990

	Temperatur	Mittelwerte	Niederschlag	Mittelwerte
	2008/09	1980-2008	2008/09	1980-2008
Oktober2008	2,5	1,7	139	147
November	-3,4	-3,5	104	174
Dezember	-6,8	-6,1	287	171
Januar 2009	-7,7	-6,8	86	160
Februar	-10,1	-7,6	285	147
März	-6,9	-5,6	319	205
April	-0,1	-2,9	80	190
Mai	4,5	2,1	200	187
Juni	4,5	4,9	424	256
Juli	8,2	7,5	320	282
August	9,8	7,8	278	269
September	6,0	4,6	184	199
Oktober	0,4	1,7	183	147
November	-0,8	-3,4	78	174
Dezember	-8,0	-6,1	133	171
Hydr. Winter	-5,4	-4,4	1220	1004
Hydr. Sommer	5,5	6,4	1486	1383
Hydr. Jahr 2008/09	-0,6	-0,8	2706	2387
Kalenderjahr 2009	-0,7	-1,3	2570	2387

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 2008/09 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw, 1981) bis 2008,

	Schneehöhen	Mittelwert	Anteil	Mittelwert
	2008/09	1980-2008	2008/09	1980-1990
Oktober 2008	30	33	78,4	75,6
November	35	60	98,9	90,8
Dezember	95	134	100,0	98,4
Januar 2009	240	215	100,0	100,0
Februar	280	269	100,0	99,9
März	390	326	100,0	99,7
April	505	409	100,0	98,6
Mai	480	458	57,5	71,2
Juni	350	329	40,7	49,6
Juli	240	225	35,1	25,8
August	90	82	3,0	24,4
September	0	25	32,6	44,3
Oktober	0	33	83,6	75,6
November	80	60	99,4	90,8
Dezember	95	134	100,0	98,4

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnlickkees (Unterer Boden 2.500 m) im hydrologischen Jahr 2008/09 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 – 2008 (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 2008/09 an der Station Rudolfshütte:

Das hydrologische Jahr 2008/09 war bezüglich der Temperatur (- 0,6) in Summe ein durchschnittliches Jahr (- 0,8). Allerdings zeigte dabei sowohl der Winter mit  $-5,4^{\circ}$  (gegenüber  $-4,4^{\circ}$ ) als auch der Sommer mit  $5,5^{\circ}$  (gegenüber  $6,4^{\circ}$ ) eine deutliche Abweichung gegenüber dem langjährigen Mittelwert.

Die Niederschläge lagen etwa 15% über dem langjährigen Durchschnitt, wobei ein sehr feuchter Winter den größeren Beitrag als der nur etwas zu feuchte Sommer leistete.

### 1.2. Berechnung der Massenbilanz 2008/09

#### 1.2.1. Bestimmung der Akkumulations- und Ablationsflächen der maximalen Ausaperung

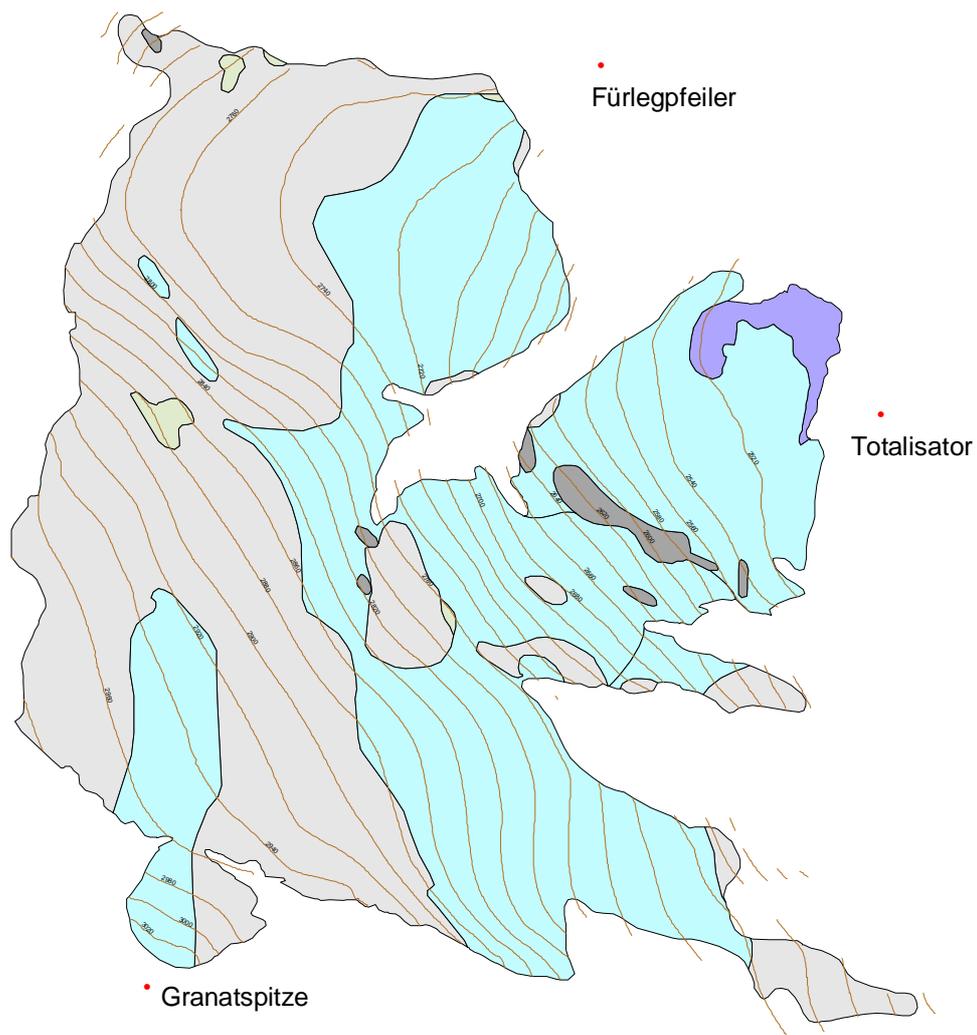
Die Massenbilanz des SSK wird seit 1981 aus dem Flächenverhältnis  $S_C/S$  (Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche) ermittelt. Diese Beziehung wurde aus der 19-jährigen Messreihe mit direkten Massenbilanzmessungen gewonnen. Voraussetzung dafür ist die Erfassung der glaziologisch sehr aussagekräftigen 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 wurde ab 15. 8. bis 4.9. fotografiert, am 1. 9. vom Klaf Ost (Filleck-südwestgipfel) und wieder am 9.9. Weiters standen Fotos vom 30.9. sowie 21. und 22. 9. zur Verfügung.. Am 6. 10. war der Gletscher noch „weiß“. Am 10. Oktober endete das Haushaltsjahr. Eine Karte der Ausaperung wurde für den 1.9. gezeichnet und auf dieser Grundlage die Veränderungen der Altschneeflecken bis zum 10. Oktober 2009.

Auf diesen Grundlagen beruhte die Kartierung der maximalen Ausaperung (Abb. 10)



Abb. 9: Das Stubacher Sonnblickkees am 01. 09. 09 (Foto: G. Seitlinger)

Stubacher Sonnblibkkees  
 Maximale Ausaperung 2009  
 M 1 : 5000



Aperflächen 2009

- Altschnee
- Firn
- Eis
- Fels
- See

200 0 200 400 Meters



Abb. 10: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblibkkeeses am 10. 10. 2009

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.

SSK Unterer Boden					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2600	1898	-	126433	126433	128331
2600- 2700	19432	-	19371	19371	38803
2700- 2800	10049	-	306	306	10356
Gesamt	31380	-	146110	146110	177491
SSK Hauptteil					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2600	-	-	4519	4519	4519
2600- 2700	2302	-	78090	78090	80393
2700- 2800	198883	2846	222749	225595	424479
2800- 2900	161155	4399	134146	138546	299702
2900- 3000	199357	-	57108	57108	256465
3000- 3100	1218	-	7308	7308	8527
Gesamt	562917	7245	503924	511169	1074087
SSK Gesamt					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2600	1898	-	130953	130953	132851
2600- 2700	21734	-	97462	97462	119197
2700- 2800	208933	2846	223056	225902	434835
2800- 2900	161155	4399	134146	138546	299702
2900- 3000	199357	-	57108	57108	256465
3000- 3100	1218	-	7308	7308	8527
Gesamt	594298	7245	650035	657280	1251578

Tab. 3: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m<sup>2</sup>,  
Stand der max. Ausaperung: 10.10.2009

Die maximale Ausaperung wurde war am 10. Oktober 2009 erreicht, das Haushaltsjahr endete an diesem Tag. Nach dem 6.10. wurde das SSK zum Teil und kurzfristig wieder schneefrei, am 10.10. lag die Neuschneegrenze aber bei 2800 m, am 11.10. bei 2.200m, und am 12.10. lag sie bei 1400 m und bei der RH waren 15 cm Neuschnee.

### 1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 2008/09 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 2007/2008 folgende Massenbilanzwerte:

Spezifische Nettoakkumulation:  $b_c = 17,8 \text{ g/cm}^2$

Spezifische Nettoablation:  $b_a = -43,2 \text{ g/cm}^2$

Mittl. spez. Nettobilanz:  $b = -25,4 \text{ g/cm}^2$

Die Massenbilanz des SSK 2008/2009 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

$S_c \text{ km}^2$	$b_c \text{ g/cm}^2$	$B_c \text{ 10}^6\text{m}^3$	$S_a \text{ km}^2$	$b_a \text{ g/cm}^2$	$B_a \text{ 10}^6\text{m}^3$	$S \text{ km}^2$
0,594	17,8	0,223	0,657	-43,2	-0,541	1,252
$B \text{ 10}^6\text{m}^3$	$b \text{ g/cm}^2$	$S_c/S$	$S_c/S_a$	GW	natürliches Haushaltsjahr	
-0,318	-25,4	0,475	0,904	2.780 m	15.09.08 - 10.10.09	

( $S_c$  = 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 Netto - Massenbilanz von  $-25,4 \text{ g/cm}^2$  eine leicht negative Bilanz. Nach zögerlichem Anfang folgte im Hoch- und Spätwinter ein überdurchschnittlicher starker Schneezuwachs. Am 1. April lagen am Unteren Boden 1 Meter mehr Schnee als im Mittel. Aber bereits im extrem warmen April setzte der Schneedeckenabbau ein sodass und am 1 Mai eine nur durchschnittliche Schneehöhe vorlag.. Die restliche Abschmelzperiode war insgesamt zu warm, auch wenn Juni und Juli untertemperiert waren. Der sehr kühle Juli mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Festniederschlag (insbesondere der starke Schneefall am 18. des Monats) trug dazu bei, dass sich der Massenverlust in Grenzen hielt.

### 1.3. Die Längen- und sonstigen Vermessungen 2009

Die Längenänderung des Stubacher Sonnblickkeeses wurde - im Rahmen der OeAV - Gletschermessungen - am 21. 9. (das erste Mal schon am 25.8.). 2009 gemessen. Es ergab sich mit - 15,3 m der größte Längenverlust der gesamten Messreihe seit 1960. Der Eisrand wurde am 25.9.09 GPS - Vermessen durch ( M. Kiskemper, Neubrandenburg).

Der Rückgang von -15,3 m ist der höchste in der 49-jährigen Reihe. Er ist bedingt durch das Abbrechen eines größeren Teiles an der Stirn; der gletschertorartige Tunnel ist zusammengebrochen. Die Vermutung war, dass es am 24. 8. passierte. Die Abflussregistrierung zeigt am 24. 8. um 1h 45 (nachts) einen Zacken im sonst regelmäßigen Tagesgang. Bis 19.8. trennte ein Eisdamm den Unteren Boden See vom kleinen See beim Keesbach-Auslauf, das Eis schmolz soweit nieder, dass beide Seeteile ab 20.8. seicht miteinander verbunden waren. Die Eiswand war 50 m lang und  $\frac{1}{2}$  bis 4 m hoch. Die Eisberge grundeten. Oberhalb des Eiskliffs sind Bogenspalten entstanden. – Der See ist beim Filleckeisbruch größer geworden, es bestehen markante Spaltenbogen im Eis hinter dem Eiskliff.

## 2. Niederschlagswerte 2008/09 bzw. 2009 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 wenn notwendig eine Reduktion auf Monatswerte mit Hilfe der Station RH durchgeführt.

Die Ergebnisse der monatlichen Niederschlagsmessungen (bzw. die Abweichungen vom langjährigen Mittel über  $\pm 100$  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.

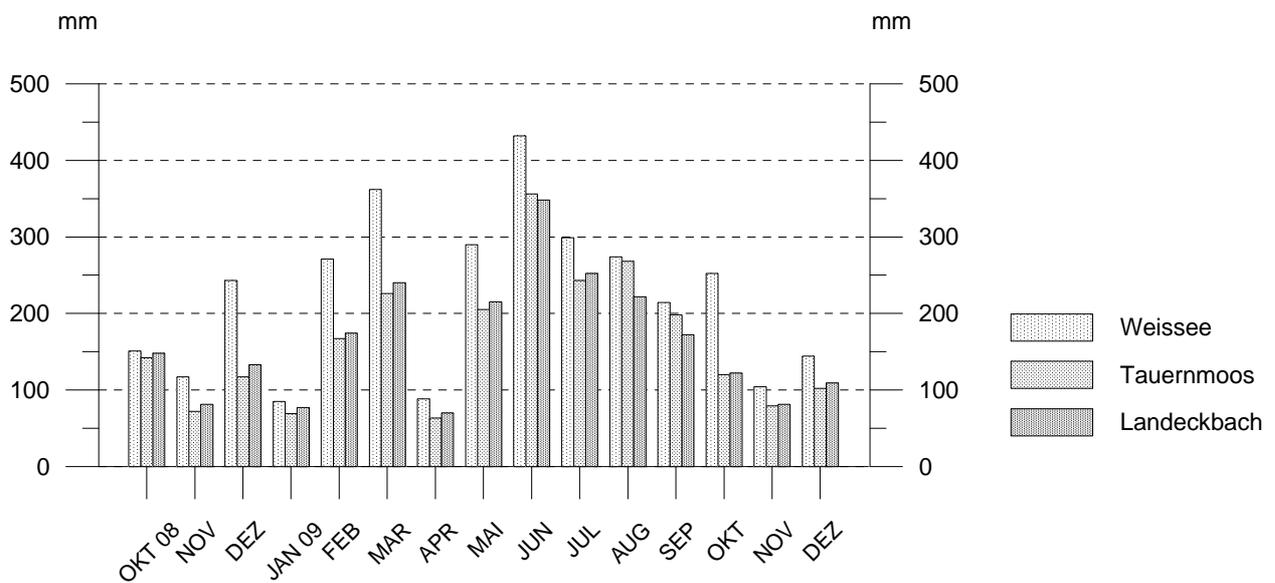


Abb. 11: Monatsniederschlag 2008/09 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

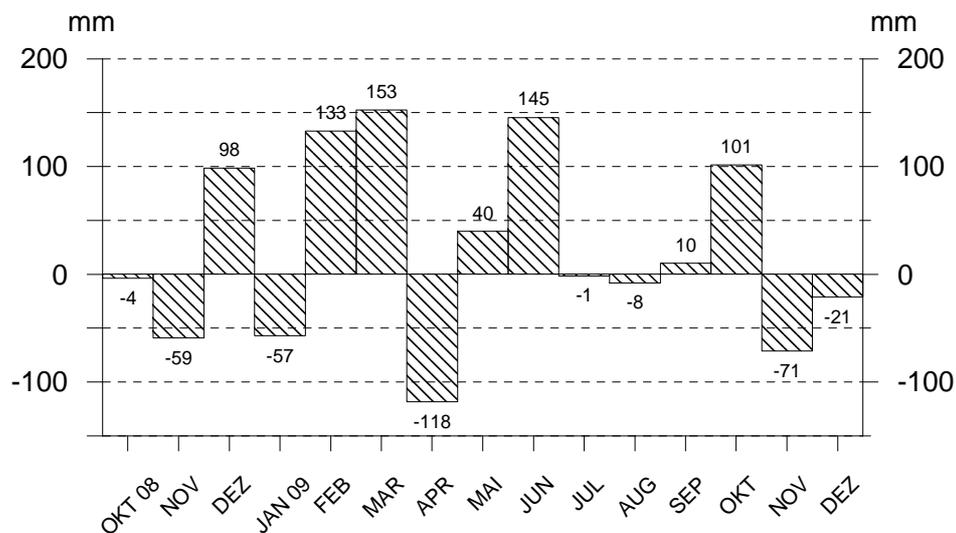


Abb. 12: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weißsee, Kalser Tauern und Sonnblickkees 2008/09 vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 2008) in mm

	WS	KT	SK	TM	BS	LB	RH
	2.270m	2.390m	2.510m	2.040m	2.040m	2.040m	2.304m
Oktober 2007	151	145	141	142	148	110	137
November	117	110	107	72	81	107	111
Dezember	243	252	263(+132)	117	133	220(+132)	287(+130)
Januar 2008	85	88	95	69	77	91	86
Februar	271(+125)	261(+132)	255(+141)	167	174(+103)	69	285(+145)
März	362(+148)	324(+155)	314(+154)	226(+104)	240(+123)	198	319(+124)
April	88(-150)	79(-114)	74	63	70	95	80(-106)
Mai	290	246	241	205	215	60	200
Juni	432(+150)	391(+141)	389(+145)	356(+140)	348(+121)	230	424(+186)
Juli	299	291	287	243	252	180	320
August	274	284	248	268	222	195	278
September	214	221	215	198	172	142	184
Oktober	252	249(+100)	252(+113)	120	122	126	183
November	104	98	96	79	81	121	78
Dezember	144	133	122	102	109	82	133
Kalenderjahr 2009	2815	2665	2588	2006	2082	1589	2570
hydr. Jahr 2008/09	2826	2692	2629	2126	2132	1697	2711
hydr. Sommer 09	1597	1512	1454	1333	1279	902	1486
hydr. Winter 08/09	1229	1180	1175	793	853	795	1225

Tab. 4 Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 2008/09 und im Kalenderjahr 2008 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-2008 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)

	2009	1964-2008	Abweichungen	%
Tot. Weißsee (2.270m)	2815	2616	199	108
Tot. Kalser Törl (2.390 m)	2665	2343	322	114
Tot. Sonnblickkees	2588	2195	393	118
Tot. Tauernmoos (2.040 m)	2006	1791	215	112
Tot. Landeckbach (2.040 m)	2082	1748	334	119
Tot. Beileitung Süd (2.040 m)	1589	1563	26	102
Omb. Rudolfshütte (2.304 m)	2570	2268	302	113
"Mittel der 6 Totalisatoren"	2291	2043	248	112

Tab. 5: Jahressummen des Niederschlages im Kalenderjahr 2009 (in mm), Abweichungen vom Mittel 1964 (bzw. 1980) bis 2008 und relativ zum Mittelwert (Prozent).

In diesem Jahr zeigte sich ein durchwegs einheitliches Bild an den Totalisatoren. Alle Totalisatoren hatten leicht überdurchschnittliche NS-Mengen (ca. 10% über dem Mittelwert). Eine Abweichung zeigte nur der Totalisator BS (südlich des Alpenhauptkammes) mit lediglich 102% des durchschnittlichen Niederschlages.

### 3. Der Abfluß 2008/09 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):

	2008/09	1942-2008	% vom Mittel		2008/09	1942-2008	% vom Mittel
Oktober 2008	434	653	66	Juli	5492	4286	128
November	137	180	76	August	1465	3531	41
Dezember	66	108	61	September	2685	1830	147
Januar 2009	71	115	62	Oktober	682	653	104
Februar	32	84	38	November	142	180	79
März	53	87	61	Dezember	73	108	68
April	154	129	119				
Mai	2084	930	224	Hyd. Jahr 2008/09	16067	15058	107
Juni	3394	3125	109	Kalenderjahr 2009	16327	15058	108

Tab. 6: Monatlicher Abfluss 2008/09 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-2008 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m<sup>3</sup>)

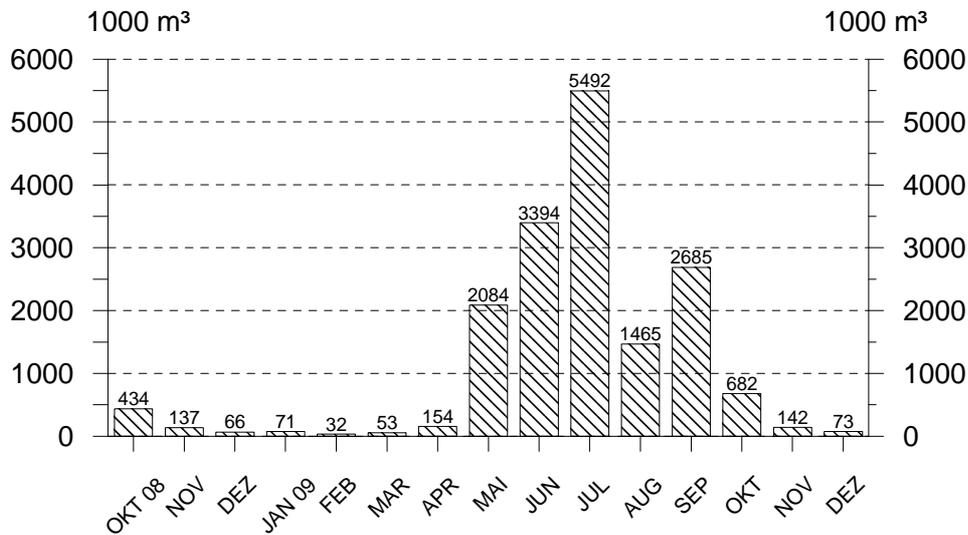


Abb. 13: Monatliche Abflusshöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 2008/09 (in 1000 m<sup>3</sup>)

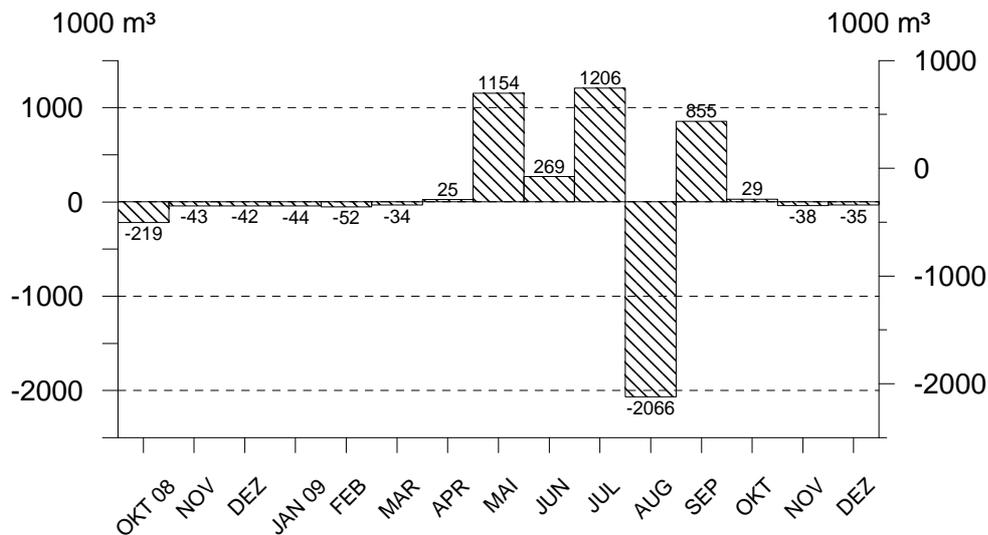


Abb. 14: Abweichungen der monatlichen Abflusshöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 2007/08 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte am 3./4.8. 2009 den Vollstau. Der Zufluss im hydrologischen Jahr 2008/09 lag mit 16,07 Mio. m³ um 1 Mio. m³ über dem langjährigen Mittel von 1942 bis 2008 (15,06). Die Jahres-Abflusshöhe betrug 3.032 mm (Mittel 1942-2008: 2.841 mm).

In Abb. 13 sind die monatlichen Abflusshöhen, in Abb. 14 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 2008/09 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Der Zufluss zum Speicher Weißsee war im Winterhalbjahr insgesamt durchschnittlich

Das Sommerhalbjahr brachte in Summe zu hohe Abflusswerte, besonders Mai, Juli und September (25 – 30% über dem Mittelwert). Hingegen fiel der August aus der Reihe. Der gemessene Abflusswert lag bei nur etwa einem Viertel der zu erwartenden Abflusses (1,465 Mio. m³ gegenüber 3.531 Mio. m³).

#### 4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 2008/09 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 26 % vergletschert, wobei das Sonnblickkees 25% (1.252 km²) ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Wasserhaushaltsgleichung  $N = A + V + (R - B)$  mit den berechneten und geschätzten Beträgen für 2008/09 und der Fehlerschätzung (Tabelle 7).

	spezifisch (in mm)	absolut (in m³)	geschätzter Fehler
Niederschlag	3.388	17.956.000	± 7,5%
Abfluss	3.032	16.067.000	± 5%
Verdunstung	400	2.120.000	±25%
Bilanz SSK	-60	-318.000	±5%
Bilanz Weißseekees	-4	-23.100	±30%
Altschneeflecken	22	115.000	±30%
Firnflecken	0	100	±30%

Tab. 7: 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 3.388 mm ± 7,5 %.

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 2008/09 2.716 mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 3.388 mm ist dies um 662 mm oder 3,3 Mio m<sup>3</sup> zu wenig. Das bedeutet, dass die Totalisatoren im Mittel um etwa 20 % zu wenig anzeigten.

Die Gletscherspende betrug ca. 0,2 Mio m<sup>3</sup>, das ist 1%.

## **5. Überblick über die Massenbilanz - Messreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1964-2009**

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 46 Massenbilanzen waren 18 positiv und 28 negativ. Von 1964 bis 2009 betrug die kumulative Massenbilanz -19,9 Mio. m<sup>3</sup> oder -15,30 m spezifische Bilanz (bzgl. aktueller Gletscherfläche). Der Massenzuwachs von 1965 bis 1981 betrug 9,8 Mio. m<sup>3</sup> (Spez. Bilanz: 5,5 m); seit 1982 wurden -29,7 Mio. m<sup>3</sup> (spez. Bilanz: -22,9 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -23,5 Mio. m<sup>3</sup> oder -18,1 m spez. Bilanz.

Der Eisrand wurde um - 15,3 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 -81,5 m an Länge. Seit 1960 wurde das Kees um - 83,2 m kürzer.

## **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 gewohnt verlässlich durch R. Winter, Uttendorf. - 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, W. Slupetzky, G. Seitlinger, B. Zigel, A. Gassner, M. Geilhausen, M. Marbach). Die geodätischen Vermessungen führte M. Kieskemper durch. Fotos stellten R. Winter und f. Wallner zur Verfügung.

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