

**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 0**

**Zusammenfassung**

Im Haushaltsjahr 2009/10 – das 47. Messjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 – hatte das Sonnblickkees eine negative Bilanz von  $-79,2 \text{ g/cm}^2$  (mittlerer) spezifischer Nettobilanz oder  $-0,945 \text{ Mio. m}^3$  Netto-Massenverlust. Das ist zwar nur etwa ein Viertel bzw. ein Drittel des Massenverlustes der Jahre 2003 bzw. 2007, dennoch ist der Verlust von fast 1 Mio.  $\text{m}^3$  beträchtlich. Das Haushaltsjahr endete am 29. 08. 2010.

Die wesentliche Ursache für diese negative Bilanz war die geringe Schneehöhe. Obwohl der Winter insgesamt zu kalt war, fehlte es an Niederschlägen, sodass die Schneehöhen im gesamten Winter und auch zu Beginn der Abschmelzperiode stark unterdurchschnittlich waren.

In den 47 Jahren waren 18 Haushaltsjahre positiv und 29 negativ, seit 1981 endeten von den 29 Haushaltsjahren 25 negativ und nur 4 positiv. Die Gleichgewichtslinie lag (rechnerisch) am 26.08.10 einer Höhe von 2.900 m, um 54 m höher als die mittlere Höhenlage 1982 bis 2009 von 2.843m.

Der Zufluss in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 2009/10 17,63 Mio. m<sup>3</sup> und lag damit 17% über dem langjährigen Mittel 1942-2009 von 15,08 Mio. m<sup>3</sup>; dementsprechend war die Jahresabflusshöhe im Einzugsgebiet 3.326 mm (Mittel 1942-2009 2.845 mm).

Aus der Wasserhaushaltsgleichung läßt sich eine Jahresniederschlagshöhe von 3.548 mm  $\pm$  7,3 % abschätzen. Die Gletscherspende betrug ca. 0,9 Mio. m<sup>3</sup> (rund 5 %).

Seit 1981 wurden insgesamt –30,45 Mio. m<sup>3</sup> (mittlere spezifische Bilanz –23,0 m) abgebaut. Der Eisrand schmolz 2007/09/10 um -13,5 m zurück. Der Längenverlust betrug seit 1981 – 105,0 m.

## **1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 2009/10**

In diesem Jahr wurde zum 47. mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 30 mal über die maximale Ausaperung).

### **1.1. Witterungsverlauf 2009/10**

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 2009/10 folgendes Bild:

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

Das Jahresmittel der Temperatur im hydrologischen Jahr 2009/10 lag mit  $-0,7^{\circ}$  nur unwesentlich unter dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2009 ( $-0,3^{\circ}$ ). Das Winterhalbjahr mit  $-5,5^{\circ}$  (Mittelwert von  $-4,7^{\circ}$ ) lag deutlich unter dem Mittel, das Sommerhalbjahr war mit  $+4,2^{\circ}$  (Mittelwert  $+4,0^{\circ}$ ) durchschnittlich warm.

Das Winterhalbjahr beginnt mit einem kühlen Oktober, gefolgt von einem sehr warmen November (mit einem Monatsmittel von  $-0,8^{\circ}$  gegenüber einem Mittelwert von  $-3,4^{\circ}$ ). Der restliche Winter war durchwegs zu kalt, wobei der Dezember und insbesondere der Januar schon als extrem zu bezeichnen sind ( $-1,9^{\circ}$  bzw.  $-2,5^{\circ}$  Abweichung gegenüber den langjährigen Mittelwerten). Auch der Spätwinter (Februar und März mit jeweils  $0,9^{\circ}$  unter dem Mittel) war deutlich zu kühl.

Der Sommer zeigte sehr unterschiedliche thermische Verhältnisse. Auf einen recht warmen April folgte ein kühler Mai. Juni und Juli sind wieder zu warm, der Juli mit  $+2,0^{\circ}$  Abweichung sogar deutlich. Im August und besonders im September wichen die Temperaturen wieder nach unten ab.

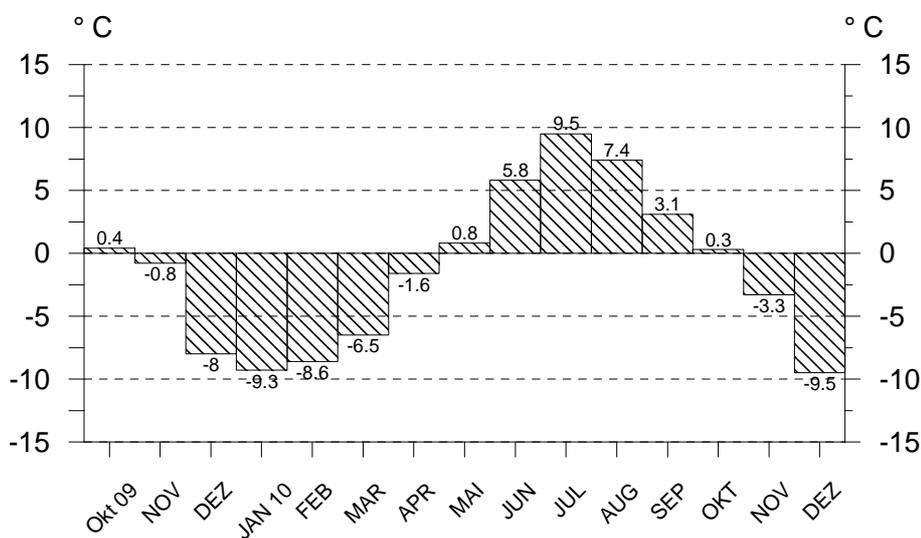


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 2009/10 an der Station Rudolfshütte (°C)

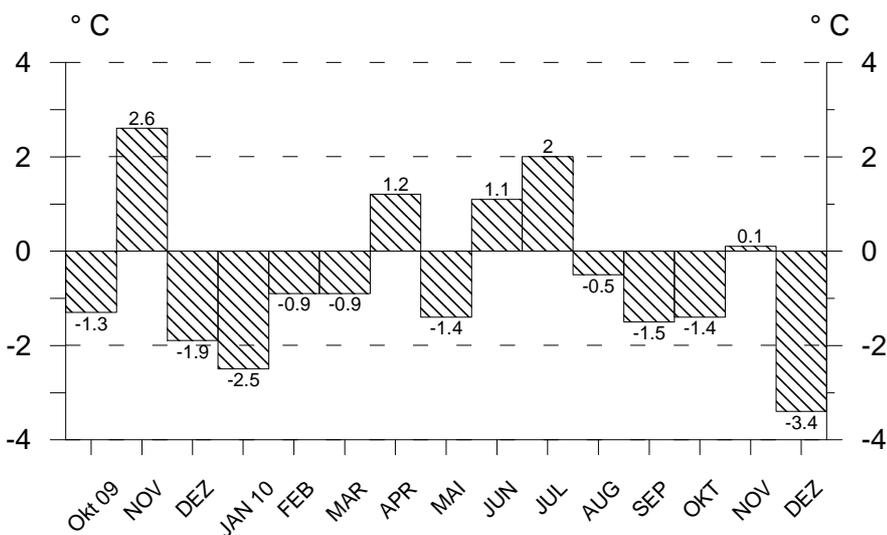


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur 2009/10 vom Mittel 1980-2009 (°C).

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

Die Niederschläge im hydrologischen Jahr 2009/10 waren mit 2.291 mm (Station Rudolfshütte) etwas unter dem Durchschnitt der Jahre 1980-2009 (2.393 mm). Dabei war der Sommer im Mittel etwas zu feucht, der Winter doch deutlich zu trocken (etwa 15% zu wenig Niederschlag).

Im Winterhalbjahr fiel vor allem der November aus der Reihe. Dieser Monat zeigte deutlich unterdurchschnittliche Niederschläge. Der Oktober war etwas zu feucht, die restlichen Wintermonate zeigten leicht unterdurchschnittliche Niederschlagssummen.

Im Sommer war das Bild wesentlich uneinheitlicher. Hier kam es zu sehr großen monatlichen Abweichungen. So folgte einem extrem trockenen April (mit nur 86 mm gegenüber 186 mm im Mittel) ein sehr feuchter Mai (309 mm gegenüber 188 mm Mittelwert). Auch der August war mit eine NS-Summe von 372 mm sehr feucht, Juli und September hingegen durchschnittlich feucht.

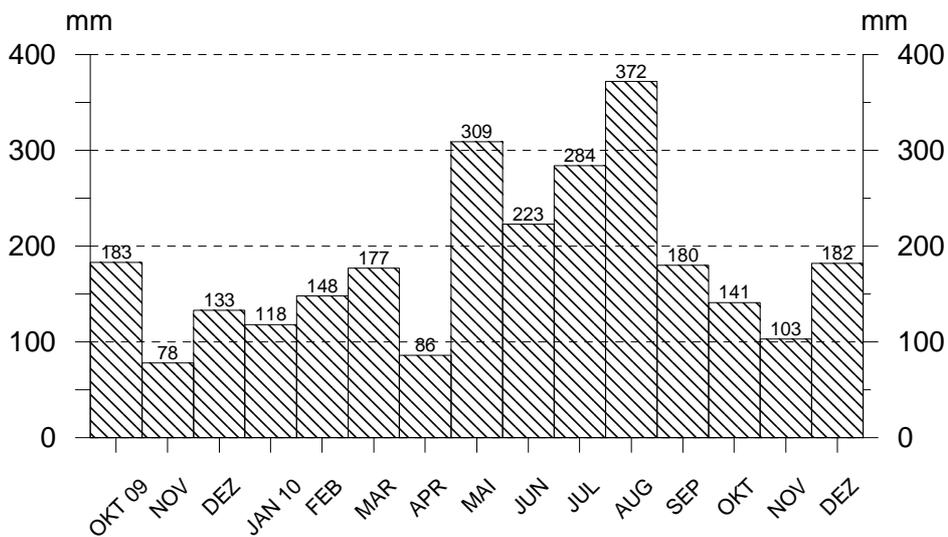


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlags 2009/10 an der Station Rudolfshütte (in mm)

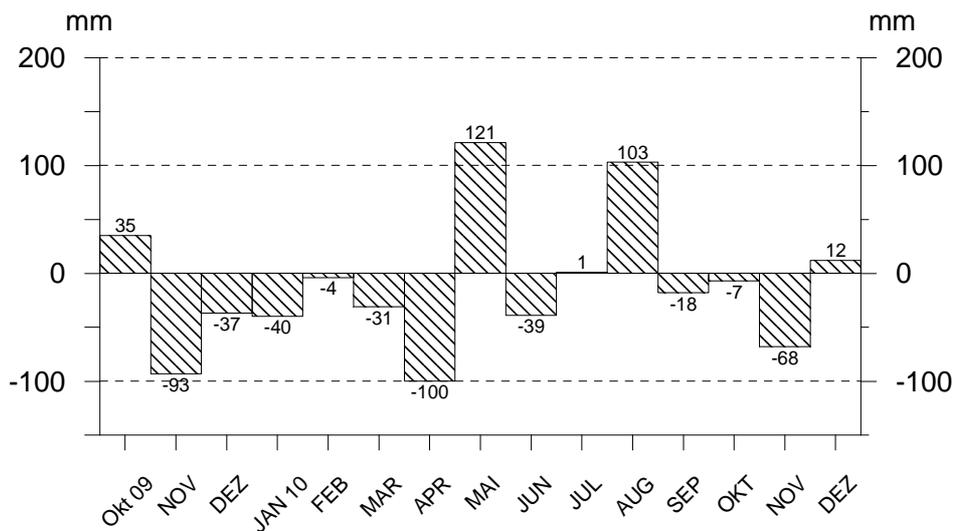


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlags 2009/10 vom Mittel 1981-2009 (in mm)

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

Der Aufbau der Schneedecke begann überdurchschnittlich. Am 1. November wurden bereits 80 cm Schneehöhe gemessen. Aber bereits ab 1. Dezember blieb die Schneehöhe hinter den zu erwartenden Werten zurück. Die negativen Abweichungen gegenüber dem jeweiligen Mittelwert nahmen bis 1. Mai kontinuierlich zu. Zu diesem Zeitpunkt wurden am Unteren Boden lediglich eine Schneehöhe von 290 cm gemessen (Mittelwert der Jahre 1980-2009: 459 cm), also nur etwas mehr als 60% des Mittelwertes.

Die absolute Abweichung nahm dann zwar bis 1. August ab, wenn auch die relative Abweichung immer noch beträchtlich war (mit 40 cm lag zu diesem Zeitpunkt nur halb soviel Schnee wie im Mittel). Erst am 1. September wurde am Unteren Boden wieder eine deutlich überdurchschnittliche Schneehöhe beobachtet (80 cm gegenüber 23 cm im Mittel 1980-2009).

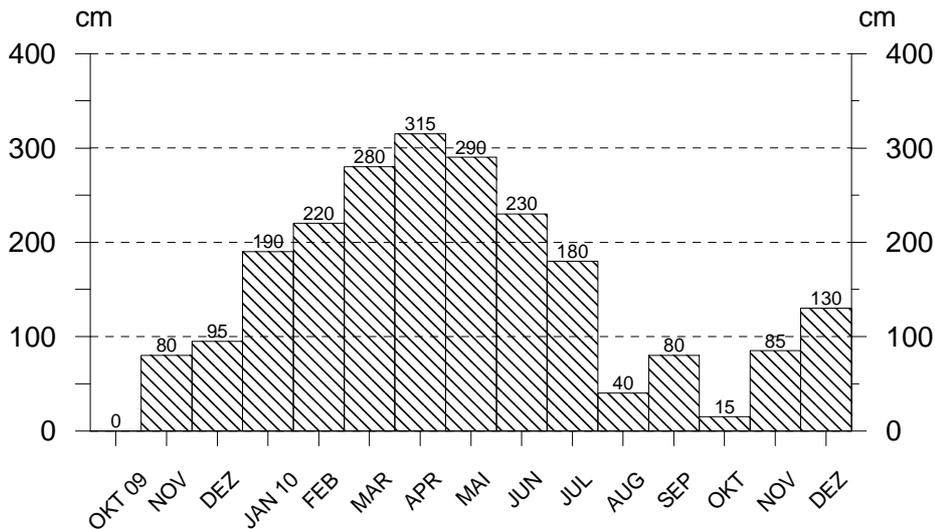


Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2009/10 (gemessen am 1. jeden Monats)

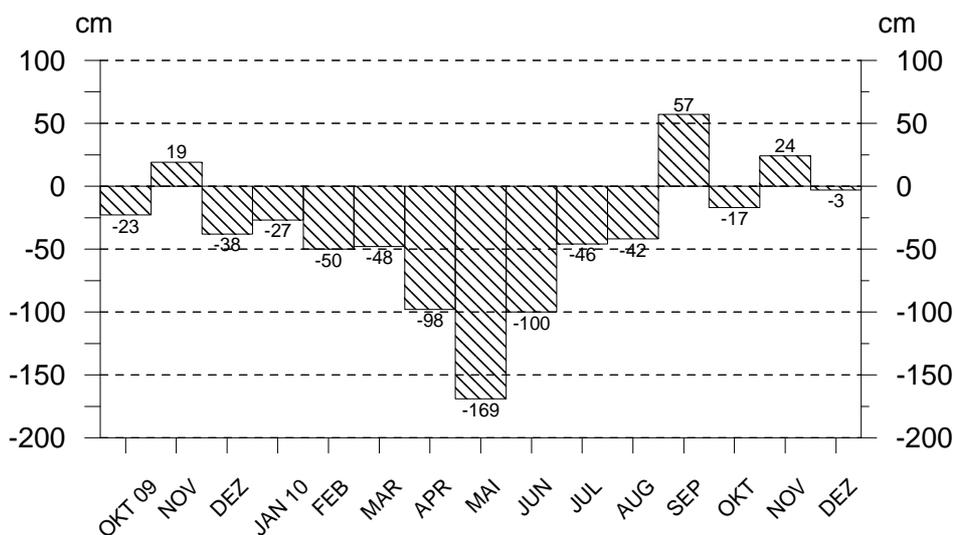


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) vom Mittel der Jahre 1980 – 2009

	Temperatur	Mittelwerte	Niederschlag	Mittelwerte
	2009/10	1980-2009	2009/10	1980-2009
Oktober2009	0,4	1,7	183	148
November	-0,8	-3,4	78	171
Dezember	-8,0	-6,1	133	170
Januar 2010	-9,3	-6,8	118	158
Februar	-8,6	-7,7	148	152
März	-6,5	-5,6	177	208
April	-1,6	-2,8	86	186
Mai	0,8	2,2	309	188
Juni	5,8	4,7	223	262
Juli	9,5	7,5	284	283
August	7,4	7,9	372	269
September	3,1	4,6	180	198
Oktober	0,3	1,7	141	148
November	-3,3	-3,4	103	171
Dezember	-9,5	-6,1	182	170
Hydr. Winter	-5,5	-4,7	837	1007
Hydr. Sommer	4,2	4,0	1454	1386
Hydr. Jahr 2009/10	-0,7	-0,3	2291	2393
Kalenderjahr 2010	-1,0	-0,3	2323	2393

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 2009/10 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw. 1981) bis 2009.

	Schneehöhen	Mittelwert
	2009/10	1980-2009
Oktober 2009	0	23
November	80	61
Dezember	95	133
Januar 2010	190	217
Februar	220	270
März	280	328
April	315	413
Mai	290	459
Juni	230	330
Juli	180	226
August	40	82
September	80	23
Oktober	15	32
November	85	61
Dezember	130	133

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnblickkees (Unterer Boden 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2009/10 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 - 2009 (gemessen am 1. des jeweiligen Monats).

## Überblick über die klimatischen Verhältnisse 2009/10 an der Station Rudolfshütte:

Das hydrologische Jahr 2009/10 war bezüglich der Temperatur ein durchschnittliches Jahr. Dabei war der Winter mit  $-5,5^{\circ}$  gegenüber einem Mittel von  $-4,7^{\circ}$  doch etwas zu kühl, der Sommer lag mit  $4,0^{\circ}$  zwei Zehntel über dem Durchschnitt der Jahre 1980 - 2009. Auch bei den Niederschlägen zeigte sich ein annähernd durchschnittliches Bild. Der Winter war jedoch deutlich zu trocken, der Sommer konnte das Defizit an Niederschlag nicht mehr ganz wettmachen, sodass letztlich die Jahressumme etwa 3% unter dem Mittelwert blieb.

### 1.2. Berechnung der Massenbilanz 2009/10

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

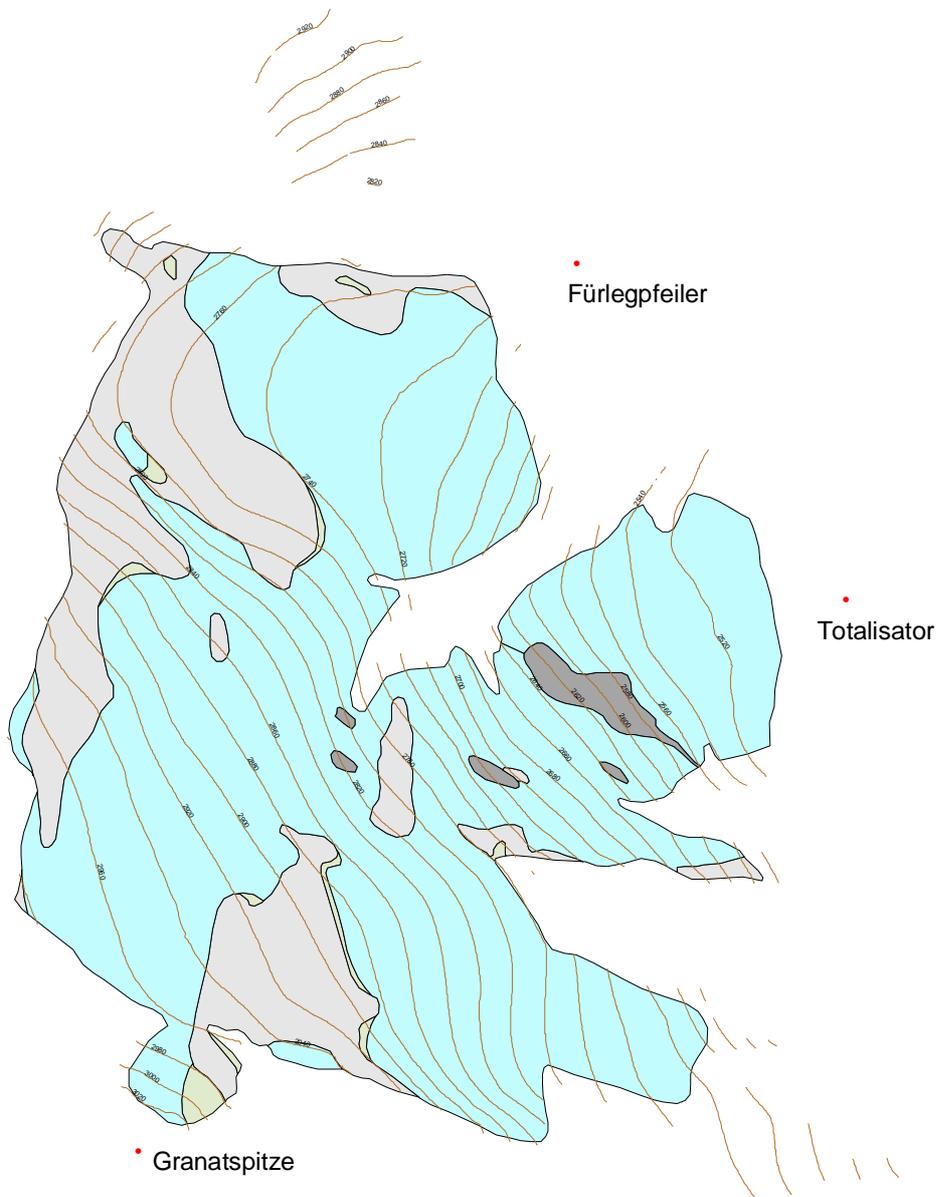
Die Massenbilanz des SSK wird seit 1981 aus dem Flächenverhältnis  $S_c/S$  (Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche) ermittelt. Diese Beziehung wurde aus der 19-jährigen Messreihe mit direkten Massenbilanzmessungen gewonnen. Voraussetzung dafür ist die Erfassung der glaziologisch sehr aussagekräftigen 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 14. bis 26. 8.2010 fotografiert, weiters zwischen 6. und 10.9.

Diese Fotos waren die Grundlage für die Kartierung der maximalen Ausaperung (Abb. 10)



Abb. 9: Das Stubacher Sonnblickkees am 26.8.2010 (Foto: H. Slupetzky)

Stubacher Sonnblibkkees  
Maximale Ausaperung 2010  
Grenze 2010  
M 1 : 5000



Aper10.shp  
Altschnee  
Firn  
Eis  
Fels  
See

50 0 50 100 150 Meters



Abb. 10: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblibkkeeses am 28. 08. 2010

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	-	-	114539	114539	114539
2600- 2700	-	-	6109	6109	6109
Gesamt	-	-	120648	120648	120648
SSK Hauptteil					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2600	546	-	4248	4248	4795
2600- 2700	3005	-	97396	97396	100402
2700- 2800	115444	3748	294322	298070	413514
2800- 2900	58712	3304	235091	238395	297108
2900- 3000	91893	5043	155361	160405	252299
3000- 3100	-	983	4309	5292	5292
Gesamt	269603	13079	790730	803809	1073413
SSK Gesamt					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2600	546	-	118788	118788	119334
2600- 2700	3005	-0	103505	103505	106511
2700- 2800	115444	3748	294322	298070	413514
2800- 2900	58712	3304	235091	238395	297108
2900- 3000	91893	5043	155361	160405	252299
3000- 3100	-	983	4309	5292	5292
Gesamt	269603	13079	911378	924458	1194061

Tab. 3: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m<sup>2</sup>,  
Stand der max. Ausaperung: 28.08.2010

Die maximale Ausaperung wurde war am 28. August 2010 erreicht (bisher war nur noch 1965 früher), das Haushaltsjahr endete an diesem Tag. Am 29. 8. schneite es bis 2250 m herab, am 30.8. bis 2100 m, 31.8. bis 1300 m, an der Station RH lagen 51 cm Neuschnee. Am 3. 9. lagen am Unteren Boden 80 cm Schnee. Weitere Schneefälle bzw. kühle Wetterphasen im September verhinderten eine neuerliche Ausaperung der Gletscher. Der Eisrand schmolz 2009/10 um -13,5 m zurück..

### 1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 2009/2010 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 2009/2010 folgende Massenbilanzwerte:

Spezifische Nettoakkumulation:  $b_c = 6,3 \text{ g/cm}^2$   
 Spezifische Nettoablation:  $b_a = -85,5 \text{ g/cm}^2$   
 Mittl. spez. Nettobilanz:  $b = -79,2 \text{ g/cm}^2$

Die Massenbilanz des SSK 2009/2010 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

$S_c \text{ km}^2$	$b_c \text{ g/cm}^2$	$B_c \text{ 10}^6\text{m}^3$	$S_a \text{ km}^2$	$b_a \text{ g/cm}^2$	$B_a \text{ 10}^6\text{m}^3$	$S \text{ km}^2$
0,270	6,3	0,075	0,924	-85,5	-1,020	1,194
$B \text{ 10}^6\text{m}^3$	$b \text{ g/cm}^2$	$S_c/S$	$S_c/S_a$	GW	natürliches Haushaltsjahr	
-0,945	-79,2	0,226	0,292	2.900 m	11.10. 09 - 29.08.2010	

( $S_c$  = 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  $-79,2 \text{ g/cm}^2$  eine deutlich negative Bilanz. Bereits ab dem Frühwinter blieb die Schneedeckenentwicklung deutlich hinter den Mittelwerten zurück. Am 1. Mai lagen nur knapp über 60% der Schneehöhe am Unteren Boden wie im Mittel der letzten 30 Jahre. Bei insgesamt zwar zu niedrigen Wintertemperaturen fehlte jedoch der Niederschlag für einen durchschnittlichen Schneedeckenaufbau. Durch die hohen Niederschläge und die kühlen Temperaturen im Mai wurde der dramatische Schneedeckenabbau am Beginn der Abschmelzperiode etwas gebremst. Am Ende waren es trotz allem wieder fast 1 Mio.  $\text{m}^3$  an Masse, welche dem SSK verloren gingen.

### 1.3. Die Längen- und sonstigen Vermessungen

Heuer fanden die 51. Längenmessungen am SSK, Unteren Riffelkees und Ödenwinkelkees statt.

Die Längenänderung des Stubacher Sonnblickkeeses wurde - im Rahmen der OeAV-Gletschermessungen - am 22. 8. gemessen. Es ergab sich mit - 13,5 m ein starker Längenverlust.

Die Ablationspegel am SSK wurden am 14. 9. abgelesen.

Die Pegelmessungen unter der Leitung von M. Kiskemper, FH Neunbrandenburg, fanden am Ödenwinkelkees am 12.9. statt, die Pegel und Querprofilmessungen sowie Messungen des Eis- und Seerandes am SSK wurden am 22.8. durchgeführt. Am 12.9. wurden die 7 Referenzpegel am ÖWK eingebohrt. Am 14. und 15. 9. wurde durch G. Kum BWS Hydro -Ökologie GmbH der Untere Eisbodensee (Seetiefen) gemessen.

Am 25. und 26.8. wurde das Gletscherende und das Vorfeld des ÖWK gescannt (M. Geilhausen).

## 2. Niederschlagswerte 2009/10 bzw. 2010 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.

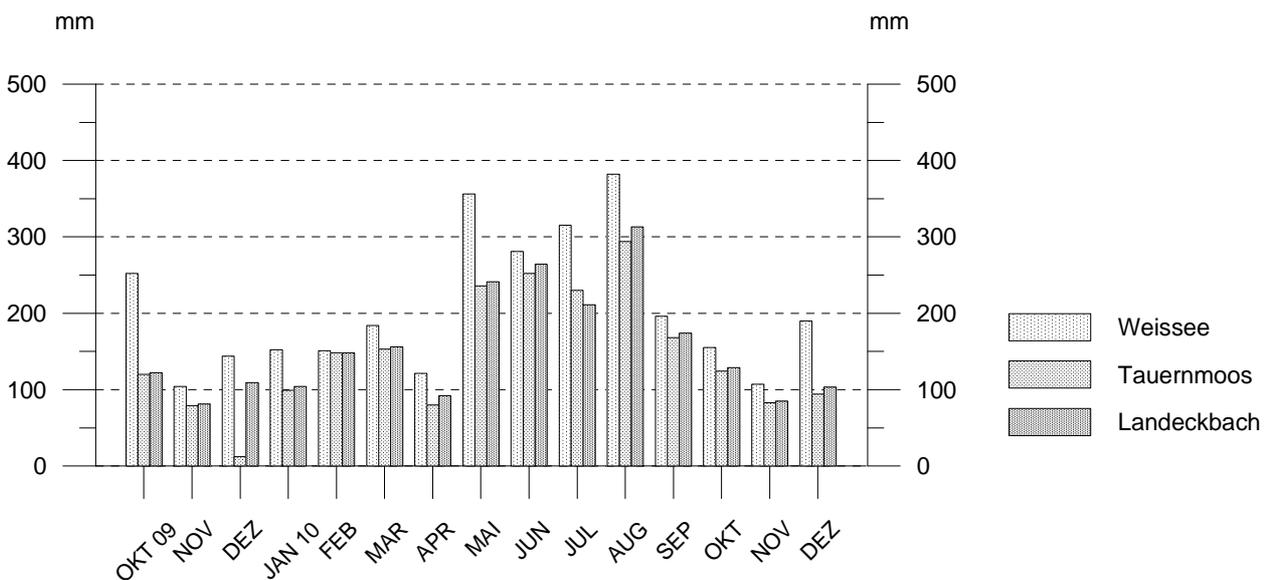


Abb. 11: Monatsniederschlag 2009/10 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

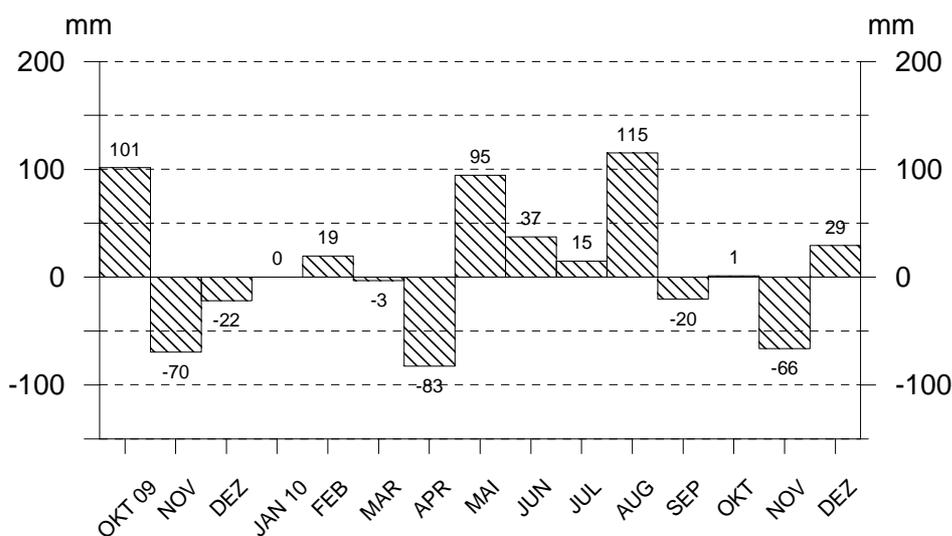


Abb. 12: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weißsee, Kalser Tauern und Sonnblickkees 2009/10 vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 2009) in mm

	WS	KT	SK	TM	BS	LB	RH
	2.270m	2.390m	2.510m	2.040m	2.040m	2.040m	2.304m
<i>Oktober 2009</i>	252	249 (100)	252 (112)	120	122	126	183
<i>November</i>	104	98	96	79	81	121	78
<i>Dezember</i>	144	133	122	12	109	82	133
<i>Januar 2010</i>	152	149	139	99	104	90	118
<i>Februar</i>	151	14	150	148	148	112	148
<i>März</i>	184	177	172	153	156	102	177
<i>April</i>	121 (-114)	114	108	80	92	84	86
<i>Mai</i>	356 (110)	306	285	236	241	169	309 (116)
<i>Juni</i>	281	295	314	252	264	225	223
<i>Juli</i>	315	296	316	230	211	158	284
<i>August</i>	382	391 (117)	410 (129)	294	313	243	372 (110)
<i>September</i>	196	183	178	168	174	137	180
<i>Oktober</i>	155	146	151	124	129	113	141
<i>November</i>	107	99	102	83	85	112	103
<i>Dezember</i>	190	179	183	94	103	89	182
<i>Kalenderjahr 2010</i>	2590	2349	2508	1961	2020	1634	2323
<i>hydr. Jahr 2009/10</i>	2638	2405	2542	1871	2015	1649	2291
<i>hydr. Sommer 10</i>	1651	1585	1611	1260	1295	1016	1454
<i>hydr. Winter 09/10</i>	987	820	931	611	720	633	837

Tab. 4 Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 2009/10 und im Kalenderjahr 2010 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-2009 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)

	2010	1964-2009	Abweichungen	%
<i>Tot. Weißsee (2.270m)</i>	2590	2638	-48	98
<i>Tot. Kalser Törl (2.390 m)</i>	2349	2405	-56	98
<i>Tot. Sonnblickkees</i>	2508	2542	-34	99
<i>Tot. Tauernmoos (2.040 m)</i>	1961	1871	90	105
<i>Tot. Landeckbach (2.040 m)</i>	2020	2015	5	100
<i>Tot. Beileitung Süd (2.040 m)</i>	1634	1649	-15	99
<i>Omb. Rudolfshütte (2.304 m)</i>	2323	2291	32	101
<i>"Mittel der 6 Totalisatoren"</i>	2198	2202	-4	100

Tab. 5: Jahressummen des Niederschlages im Kalenderjahr 2010 (in mm), Abweichungen vom Mittel 1964 (bzw. 1980) bis 2009 und relativ zum Mittelwert (Prozent).

In diesem Jahr zeigte sich ein sehr einheitliches Bild an den Totalisatoren. Alle Totalisatoren hatten durchschnittliche NS-Mengen. Die größte Abweichung waren 5% nach oben (Tot. TM). Ansonsten bewegten sich die Jahressummen an den Totalisatoren innerhalb von +/- 2% um die Mittelwerte.

### 3. Der Abfluß 2009/10 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):

	2009/10	1942-2009	% vom Mittel		2009/10	1942-2009	% vom Mittel
Oktober 2009	682	653	104	Juli	4.751	4304	110
November	142	179	79	August	4.052	3501	116
Dezember	73	108	68	September	2.645	1843	144
Januar 2010	32	114	28	Oktober	1.068	653	163
Februar	28	83	34	November	123	179	69
März	37	86	43	Dezember	81	108	75
April	64	129	49				
Mai	1.023	947	108	Hyd. Jahr 2009/10	17626	15077	117
Juni	4.097	3129	131	Kalenderjahr 2010	18001	15077	119

Tab. 6: Monatlicher Abfluß 2009/10 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-2009 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m<sup>3</sup>)

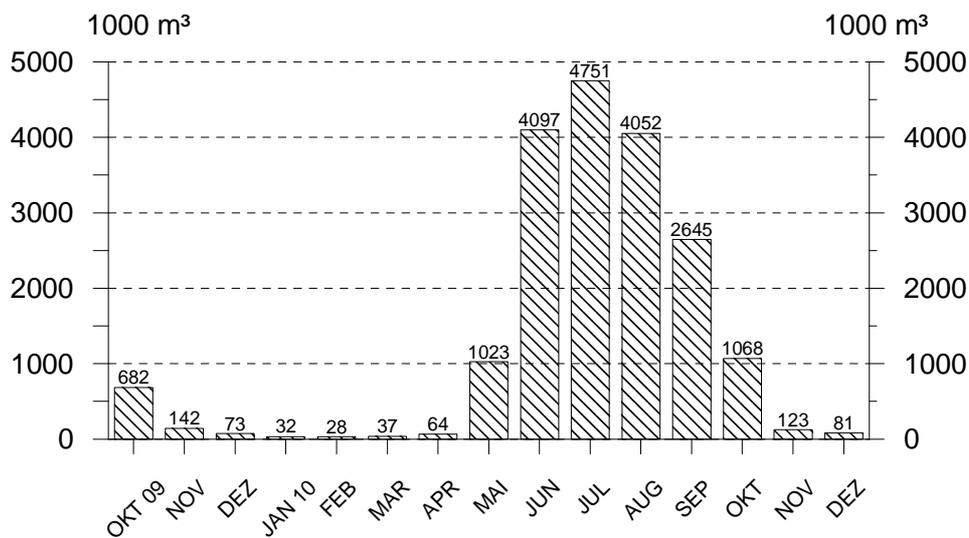


Abb. 13: Monatliche Abflusshöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 2009/10 (in 1000 m<sup>3</sup>)

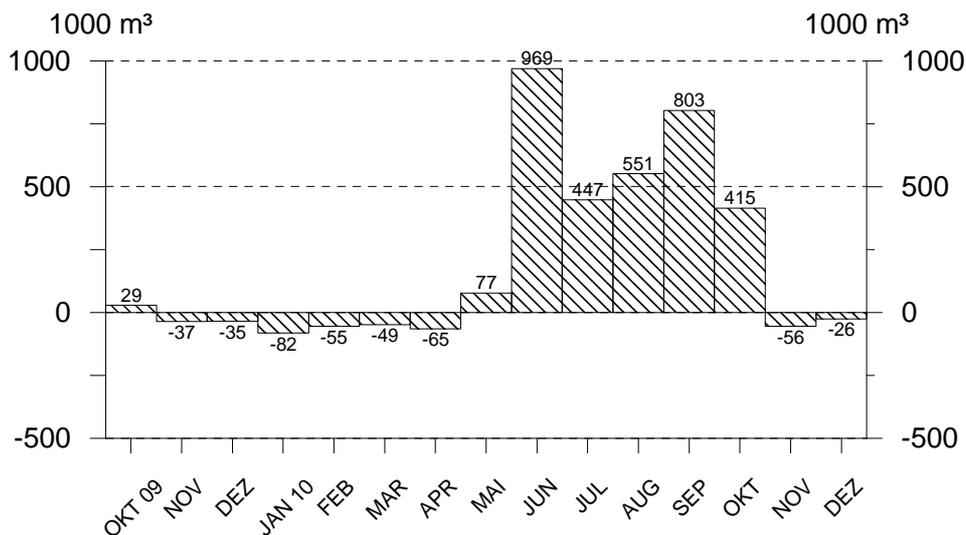


Abb. 14: Abweichungen der monatlichen Abflusshöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 2009/10 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte schon am xx.xx.10 den Vollstau. Der Zufluss im hydrologischen Jahr 2009/10 lag mit 17,63 Mio. m³ 19 % über dem langjährigen Mittel von 1942 bis 2009 (15,08). Die Jahres-Abflusshöhe betrug 3.326 mm (Mittel 1942-2009: 2.845 mm).

In Abb. 13 sind die monatlichen Abflusshöhen, in Abb. 14 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 2009/10 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Der Zufluss zum Speicher Weißsee war im Winterhalbjahr insgesamt unterdurchschnittlich, in den Monaten Dezember bis April wurden nur jeweils die etwa die Hälfte des zu erwartenden Zuflusses aufgezeichnet. Im Sommerhalbjahr wurden durchwegs zu hohe Abflusswerte registriert. Besonders die Monate Juni und September zeigten mit 131 bzw. 144 % des Mittelwertes stark überdurchschnittliche Abflusswerte. Insgesamt flossen in den Sommermonaten 3 Mio. m³ mehr in den Weissee als im Mittel der letzten 67 Jahre.

#### 4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 2009/10 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 Sonnblückkees 23% 1.194 km² ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Wasserhaushaltsgleichung  $N = A + V + (R - B)$  mit den berechneten und geschätzten Beträgen für 2009/10 und der Fehlerschätzung (Tabelle 7).

	spezifisch (in mm)	absolut (in m³)	geschätzter Fehler
Niederschlag	3.548	18.804.000	± 7,3%
Abfluss	3.326	17.626.000	± 5%
Verdunstung	400	2.120.000	±25%
Bilanz SSK (inkl. Filleckees)	-180	-956.400	±5%
Bilanz Weißseekees	-11	-55 825	±30%
Altschneeflecken	14	76000	±30%
Firnflecken	-1	-4000	±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 3.548 mm ± 7,3 %.

Berechnet man aus den Niederschlagssummen der Totalisatoren Weißsee, Kalser Törl und Sonnblückees sowie dem Ombrometer Rudolfshütte den „mittleren Jahres-Gebietsniederschlag“ im Einzugsgebiet Weißsee, erhält man für

2009/10 2.489 mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 3.548 mm ist dies um 1.059 mm oder 5,6 Mio m<sup>3</sup> zu wenig. Das bedeutet, dass die Totalisatoren im Mittel um etwa 28 % zu wenig anzeigten.

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

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 47 Massenbilanzen waren 18 positiv und 29 negativ. Von 1964 bis 2009 betrug die kumulative Massenbilanz -20,45 Mio. m<sup>3</sup> oder -15,8 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 -30,45 Mio. m<sup>3</sup> (spez. Bilanz: -23,0 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -24,25 Mio. m<sup>3</sup> oder -18,6 m spez. Bilanz.

Das SSK wurde um - 13,5 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 -95,0 m an Länge. Seit 1960 wurde das Kees um - 113,5 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 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, B. Zagel, A. Gassner.)

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