

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 1

Zusammenfassung

Im Haushaltsjahr 2010/11 – das 48. Messjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 – hatte das Sonnblickkees eine extrem negative Bilanz von $-226,0 \text{ g/cm}^2$ (mittlerer) spezifischer Nettobilanz oder $-2,287 \text{ Mio. m}^3$ Netto-Massenverlust. Damit liegt das Haushaltsjahr 2010/11 nach spezifischem Massenverlust zwischen den beiden Jahren 2003 (-287 g/cm^2) und 2007 (-217 g/cm^2). Das Haushaltsjahr endete am 18. 09. 2011.

Die wesentliche Ursache für diese negative Bilanz war die geringe Schneehöhe. Obwohl der Winter insgesamt durchschnittlich temperiert war, fehlte es deutlich an Niederschlägen. Nur 60% der üblichen Mengen wurden im Winter gemessen. Die hohen Temperaturen in der Hauptabschmelzperiode trugen das Ihre zu dieser „katastrophalen“ Bilanz bei.

In den 48 Jahren waren 18 Haushaltsjahre positiv und 30 negativ, seit 1981 endeten von den 30 Haushaltsjahren 26 negativ und nur 4 positiv. Die Gleichgewichtslinie lag (rechnerisch) am 18.09.11 einer Höhe von 2.995 m, um ca. 150 m höher als die mittlere Höhenlage 1982 bis 2010 von 2.843 m.

Der Zufluss in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 2010/11 $17,1 \text{ Mio. m}^3$ und lag damit 13% über dem langjährigen Mittel 1942-2010 von $15,1 \text{ Mio. m}^3$; dementsprechend war die Jahresabflusshöhe im Einzugsgebiet 3.231 mm (Mittel 1942-2010 2.849 mm); der geringere Zufluss aus der Schneeschmelze der Altschneedecke wurde durch die Gletscherspende überkompensiert.

Aus der Wasserhaushaltsgleichung lässt sich eine Jahresniederschlagshöhe von $3.104 \text{ mm} \pm 7,4 \%$ abschätzen.

Die Gletscherspende betrug ca. $2,5 \text{ Mio. m}^3$ (rund 15 %).

Seit 1981 wurden insgesamt $-33,1 \text{ Mio. m}^3$ (mittlere spezifische Bilanz $-25,3 \text{ m}$) abgebaut. Aufgrund der topographischen Verhältnisse ergibt sich eine Verkürzung des Gletschers um 490 m. Der Längenverlust betrug seit 1981 – 595 m.

1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 2010/11

In diesem Jahr wurde zum 48. Mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 31 mal über die maximale Ausaperung).

1.1. Witterungsverlauf 2010/11

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 2010/11 folgendes Bild:

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

Das Jahresmittel der Temperatur im hydrologischen Jahr 2010/11 lag mit $0,4^{\circ}$ deutlich über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 2010 ($-0,3^{\circ}$). Das Winterhalbjahr mit $-4,8^{\circ}$ (Mittelwert von $-4,7^{\circ}$) war durchschnittlich temperiert, das Sommerhalbjahr war mit $+5,7^{\circ}$ (Mittelwert $+4,1^{\circ}$) deutlich zu warm.

Das Winterhalbjahr beginnt mit einem kühlen Oktober, gefolgt von einem durchschnittlichen November. Mit einem Monatsmittel von $-9,5^{\circ}$ gegenüber einem Mittelwert von $-6,2^{\circ}$ war der Dezember sehr kalt. Nach einem durchschnittlich kalten Januar folgen die deutlich zu warmen Monate Februar und März mit jeweils um 2° positiver Abweichung gegenüber dem Mittelwert.

Das Frühjahr begann warm, der April wich um $+3,2^{\circ}$ vom langjährigen Mittel ab. Es folgten die ebenfalls deutlich zu warmen Monate Mai und Juni, ehe der Juli mit einem Monatsmittel von $6,0^{\circ}$ um $-1,5^{\circ}$ unter dem Mittelwert lag. Der August und insbesondere der September (mehr als 3° über dem Mittelwert) waren dann wieder deutlich zu warm.

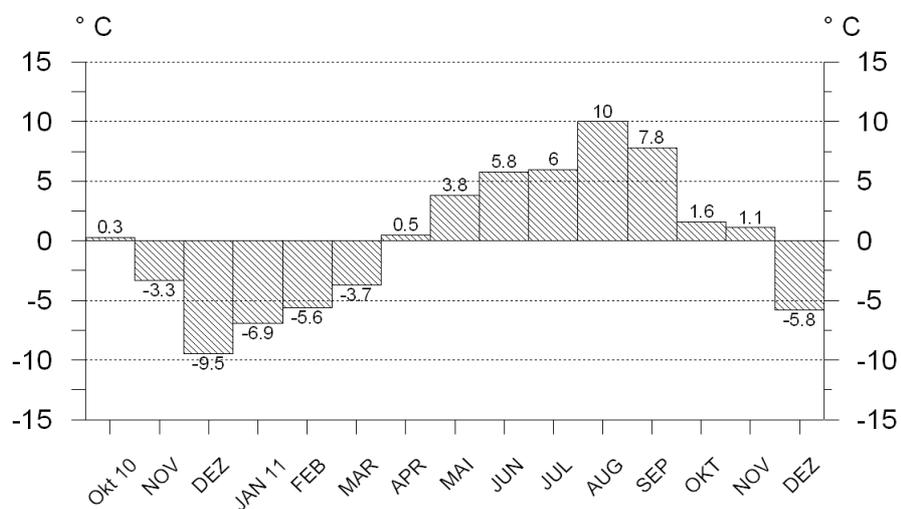


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 2010/11 an der Station Rudolfshütte (°C)

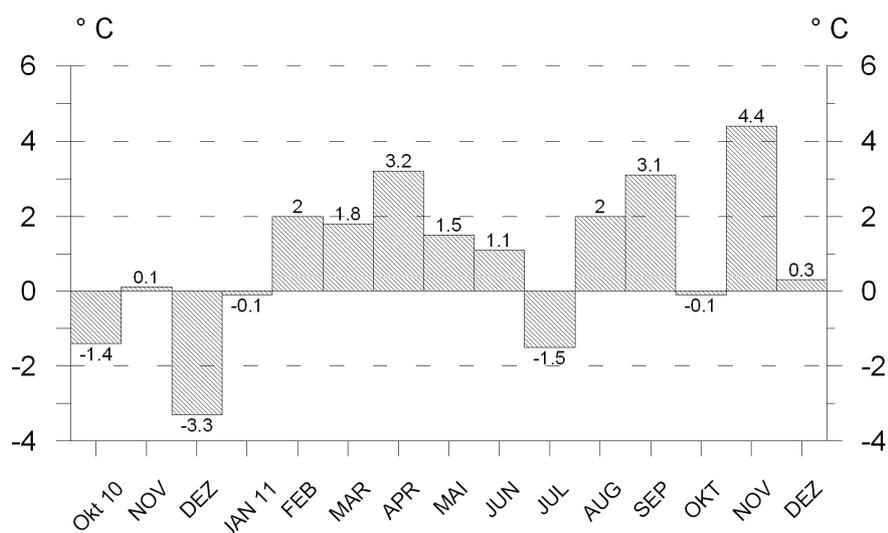


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur 2010/11 vom Mittel 1980-2010 (°C).

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

Die Niederschläge im hydrologischen Jahr 2010/11 betragen mit 1.940 mm (Station Rudolfshütte) nur etwa 80% der langjährigen Niederschlagsmenge. Der Grund lag in einem extrem trockenen Winter, in dem mit 608 mm nur 60% der durchschnittlichen Regenmengen beobachtet wurden. Der Sommer brachte annähernd ausgeglichene Mengen.

Im Winterhalbjahr waren alle Monate unterdurchschnittlich feucht. Der November sowie die Monate Februar und März brachten jeweils um die 100 mm zu wenig Niederschlag, sodass im Februar und März nur ca. 1/3 der üblichen Niederschlagsmengen registriert wurden.

Auch der Sommer begann extrem trocken. Im April fielen nur 76 mm gegenüber dem langjährigen Mittelwert von 182 mm. Der restliche Sommer war durchschnittlich feucht, nur der Juni brachte mit 309 mm knapp 20% mehr Niederschlag als in diesem Monat im Durchschnitt beobachtet werden.

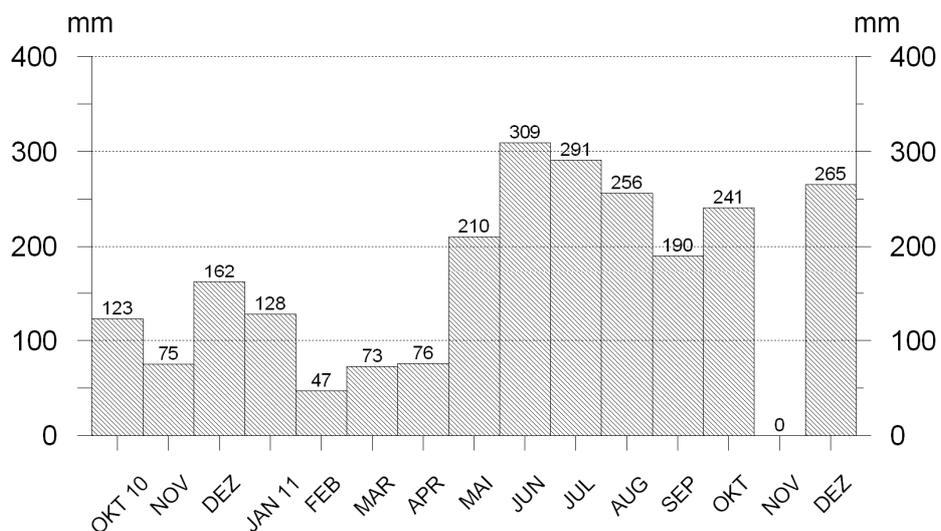


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlags 2010/11 an der Station Rudolfshütte (in mm)

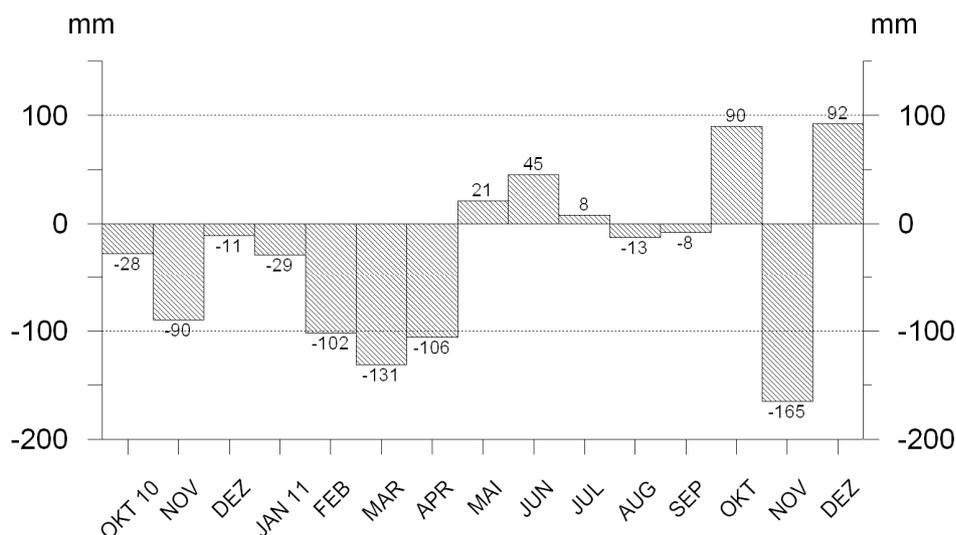


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlags 2010/11 vom Mittel 1981-2010 (in mm)

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

Während die Schneehöhen im Herbst bis zum Frühwinter durchschnittlich waren, wurden im Hochwinter zu geringe Schneehöhen beobachtet. Schon im März wurde die maximale Schneehöhe erreicht, die bis April fast gleich blieb. Bereits am 1. April, begann der Schneedeckenabbau, also zu einem Zeitpunkt, wo in anderen Jahren noch Zuwachs stattfand. Die Folge des sehr warmen und trockenen Aprils war eine Schneedeckenhöhe am 1. Mai von nur mehr 240 cm. Um diese Zeit werden am Unteren Boden im Mittel 455 cm Schneehöhe, also nahezu das doppelte, gemessen. Diese extreme Entwicklung setzte sich in den Monaten Mai und Juni weiter fort. Am 1. Juli war der Untere Boden praktisch schneefrei (5 cm Schneehöhe). Das langjährige Mittel liegt zu dieser Jahreszeit bei 224 (!) cm.

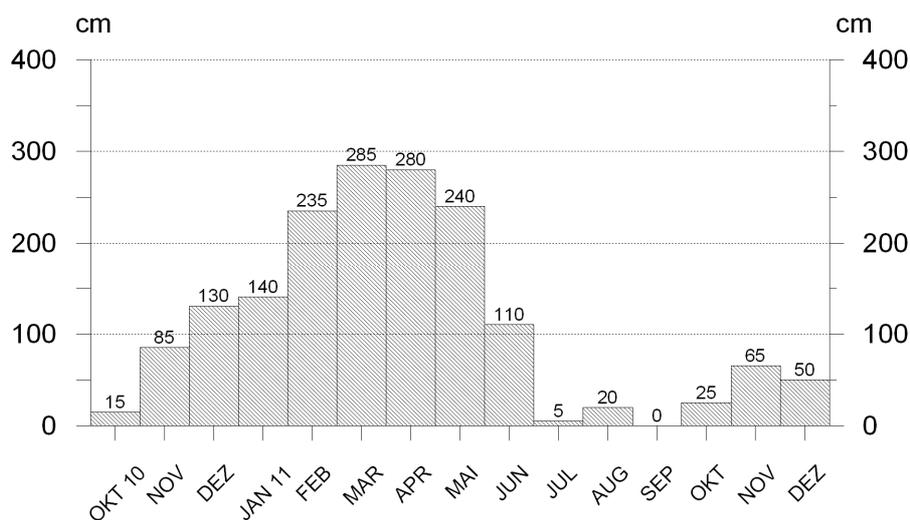


Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 2010/11 (gemessen am 1. jeden Monats)

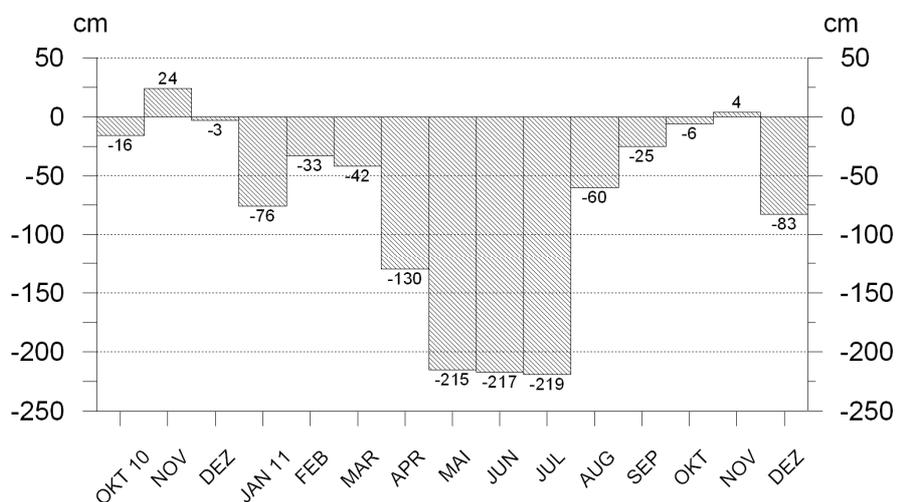


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) vom Mittel der Jahre 1980 – 2010

	Temperatur	Mittelwerte	Niederschlag	Mittelwerte
	2010/11	1980-2010	2010/11	1980-2010
Oktober2010	0,3	1,7	123	151
November	-3,3	-3,4	75	165
Dezember	-9,5	-6,2	162	173
Januar 2011	-6,9	-6,8	128	157
Februar	-5,6	-7,6	47	149
März	-3,7	-5,5	73	204
April	0,5	-2,7	76	182
Mai	3,8	2,3	210	189
Juni	5,8	4,7	309	264
Juli	6,0	7,5	291	283
August	10,0	8,0	256	269
September	7,8	4,7	190	198
Oktober	1,6	1,7	241	151
November	1,1	-3,3	0	165
Dezember	-5,8	-6,1	265	173
Hydr. Winter	-4,8	-4,7	608	998
Hydr. Sommer	5,7	4,1	1332	1384
Hydr. Jahr 2010/11	0,4	-0,3	1940	2382
Kalenderjahr 2011	1,2	-0,3	2086	2382

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 2010/11 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw. 1981) bis 2010.

	Schneehöhen	Mittelwert
	2010/11	1980-2010
Oktober 2010	15	31
November	85	61
Dezember	130	133
Januar 2011	140	216
Februar	235	268
März	285	327
April	280	410
Mai	240	455
Juni	110	327
Juli	5	224
August	20	80
September	0	25
Oktober	25	31
November	65	61
Dezember	50	133

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnblücke (Unterer Boden 2.500 m) im hydrologischen Jahr 2010/11 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 – 2010 (gemessen am 1. des jeweiligen Monats).

Überblick über die klimatischen Verhältnisse 2010/11 an der Station Rudolfshütte:

Das hydrologische Jahr 2010/11 war bezüglich der Temperatur ein überdurchschnittliches Jahr. Dabei war der Winter mit $-4,8^\circ$ gegenüber einem Mittel von $-4,7^\circ$ durchschnittlich temperiert, der Sommer lag mit $5,7^\circ$ deutlich über dem Durchschnitt der Jahre 1980 - 2010. Die Niederschläge waren in diesem Jahr deutlich zu niedrig, es wurden lediglich 80% des Mittelwertes an Niederschlägen gemessen. Dabei war vor allem der Winter extrem trocken (nur 608 mm gegenüber etwa 1000 mm im Mittel), der Sommer war annähernd durchschnittlich feucht.

1.2. Berechnung der Massenbilanz 2010/11

1.2.1. Bestimmung der Akkumulations- und Ablationsflächen der maximalen Ausaperung

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

Das SSK wurde am 24.8. (H. Wiesenegger) und zwischen 1. und 16.9. im Zuge der Längenmessungen mehrmals fotografiert, sowie am 2., 3. und 7.9. durch H. Wiesenegger; Heinz Slupetzky hielt am 17.9. die maximalen Ausaperung fest. Diese Fotos waren die Grundlage für die Kartierung der maximalen Ausaperung (Abb. 9).

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	-	-	88164	88164	88164
2600- 2700	-	-	7238	7238	7238
Gesamt	-	-	95402	95402	95402
SSK Hauptteil					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2600- 2700	0	0	55250	55250	55250
2700- 2800	4904	29031	358355	387387	392291
2800- 2900	5475	34545	254504	289050	294526
2900- 3000	8777	61377	192423	253800	262577
Gesamt	19157	124954	868210	993165	1012322
Sonnblickkees gesamt					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2600	0	0	88164	88164	88164
2600- 2700	0	0	62488	62488	62488
2700- 2800	4904	29031	358355	387387	392291
2800- 2900	5475	34545	254504	289050	294526
2900- 3000	8777	61377	192423	253800	262577
3000- 3100	0	0	7676	7676	7676
Gesamt	19157	124954	963613	1088567	1107725

Tab. 3: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m², Stand der max. Ausaperung:
18.09.2011

Stubacher Sonnblibkkees Maximale Ausaperung 2011

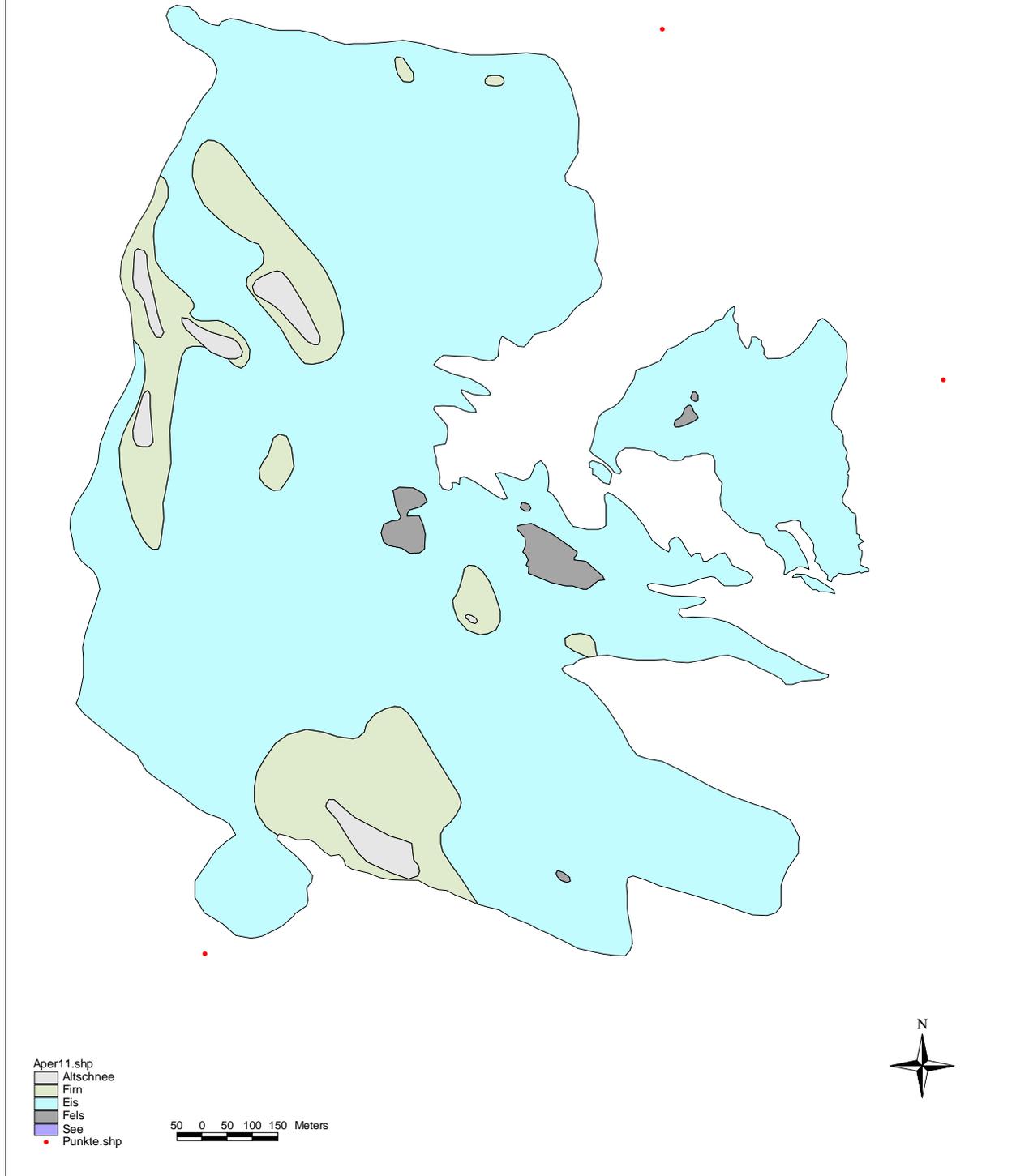


Abb. 9: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblibkkeeses am 18. 09. 2011

Die maximale Ausaperung wurde war am 18. September 2011 erreicht, das Haushaltsjahr endete mit dem Beginn von Schneefällen am Spätnachmittag des 18.9.. Am 19.9. früh lagen bei der Rudolfshütte 60 cm Neuschnee. Am 19. und 20. 9. schneite es bis zum Talboden hinab. Bis 6. 10. verringerte sich die Schneedecke zu z.T. nur mehr geringer Schneehöhe, die neuerlichen Schneefälle am 7. 10. bis 1000 m herab verhinderten aber eine neuerliche Ausaperung; am 9.10. lagen bei der RH 35 cm Gesamtschneehöhe.

1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 2010/2011 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: $b_c = 0,3 \text{ g/cm}^2$
 Spezifische Nettoablation: $b_a = -226,3 \text{ g/cm}^2$
 Mittl. spez. Nettobilanz: $b = -226,0 \text{ g/cm}^2$

Die Massenbilanz des SSK (Hauptteil) 2010/2011 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

$S_c \text{ km}^2$	$b_c \text{ g/cm}^2$	$B_c \text{ 10}^6\text{m}^3$	$S_a \text{ km}^2$	$b_a \text{ g/cm}^2$	$B_a \text{ 10}^6\text{m}^3$	$S \text{ km}^2$
0,019	0,3	0,003	0,993	-226,3	-2,291	1,012
$B \text{ 10}^6\text{m}^3$	$b \text{ g/cm}^2$	S_c/S	S_c/S_a	GW	natürliches Haushaltsjahr	
-2,287	-226,0	0,019	0,019	2.995 m	30.08. 10 - 18.09.2011	
Gesamt inkl. UB						
$S \text{ km}^2$	$S_a \text{ km}^2$	$S_c \text{ km}^2$	$b \text{ 10}^6\text{m}^3$	$B \text{ 10}^6\text{m}^3$	S_c/S	S_c/S_a
1,107	1,088	0,019	231,1	-2,560	0,017	0,018

(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 $-226,0 \text{ g/cm}^2$ eine extrem negative Bilanz. Einer der Hauptgründe war die geringe Schneedecke in der winterlichen Akkumulationszeit. Durch die hohen Temperaturen (der April war um fast 3° zu warm) setzt die Abschmelzung sehr früh ein verlief bis Anfang Juli außergewöhnlicher schnell. Am 1. Juli lag am unteren Boden praktisch kein Schnee mehr und somit war das SSK bereits sehr früh einer starken Eisabschmelzung ausgesetzt. Am Ende betrug die verlorene Masse fast 2,5 Mio. m^3 . Damit zählt diese Bilanz zu den negativsten der gesamten Beobachtungsperiode.

1.3. Die Längen- und sonstigen Vermessungen

Heuer fanden die 52. Längenmessungen (mit dem 51. jährlichen Messergebnis) am SSK, Unteren Riffelkees und Ödenwinkelkees statt (erst das 2. Mal ohne Heinz Slupetzky). Die Längenänderung des SSK wurde - im Rahmen der OeAV-Gletschermessungen - am 3.9. gemessen. Die Messung an den bisherigen Messmarken zum Eisrand/Seerand ergab – 13 m. Da jedoch heuer im sog. Gehänge durch das Ausschmelzen von Felsstufen ein größerer Teil Eis abgetrennt wurde, wurde die Änderung zwischen dem alten zum neuen Eisrand grafisch bestimmt. Es ergab sich eine Zurückverlagerung (horizontal) von 490 m +/- 20 m. (Abb. 10)



Abb. 10: Das Stubacher Sonnblickkees vom Standpunkt der stationären Kamera am 24.8.2011 (Kamera des Hydrographischen Dienstes Land Salzburg). Türkisgrün eingefärbt ist der im Sommer 2011 abgetrennte Eiskörper, weshalb sich eine Längenänderung 2010/11 von 490 m ergibt.

Der Ablationspegel 65-09 am SSK wurde am 3. 9. abgelesen. Vom 22.8. 2010 bis 3.8.2011 betrug die Ablation 3,75 m. – Am Ödenwinkelkees wurden das Pegelnetz am 17. 7. abgegangen. Aufgrund der starken Abschmelzung im Sommer schmolzen mehrere Pegel aus. Am 30.10. wurden die Pegel wieder abgelesen. Beim Pegel 12-10 betrug die Ablation vom 22.8.2012 bis 9.9.20112 (2,90) m und bei Pegel 12-09 im selben Zeitraum 2,99 m.

Am Toteiskörper am/im Unteren Eisboden See wurde von M. Geilhausen mit Radar die Eisdicke bestimmt bzw. die Konfiguration des Gletscherbettes.

2. Niederschlagswerte 2010/11 bzw. 2011 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 beim 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 ± 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.

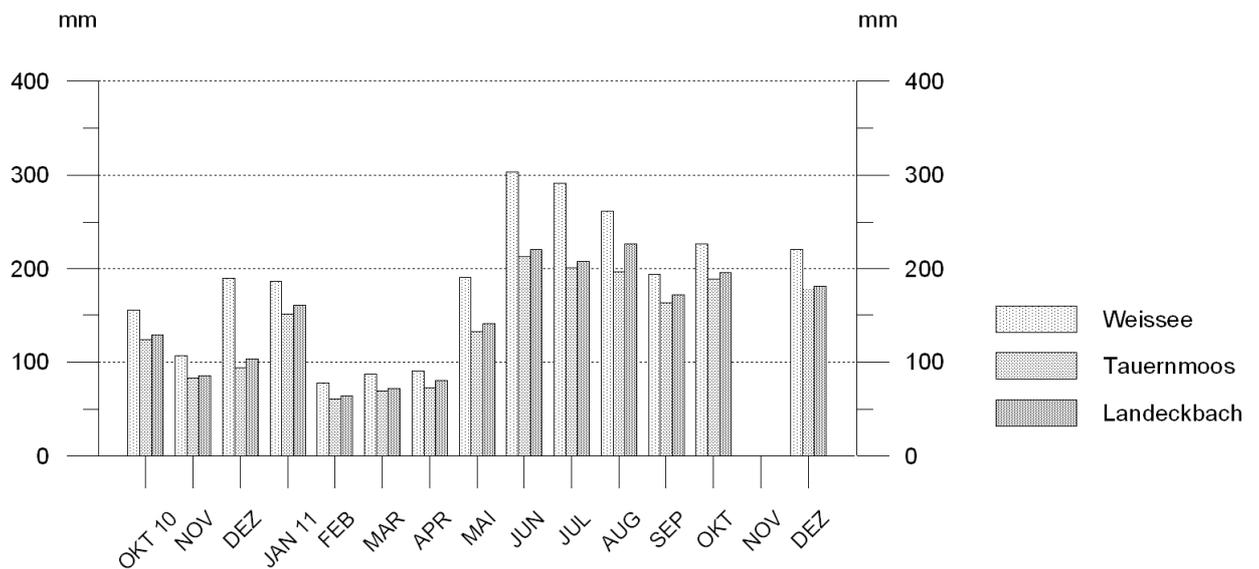


Abb. 11: Monatsniederschlag 2010/11 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

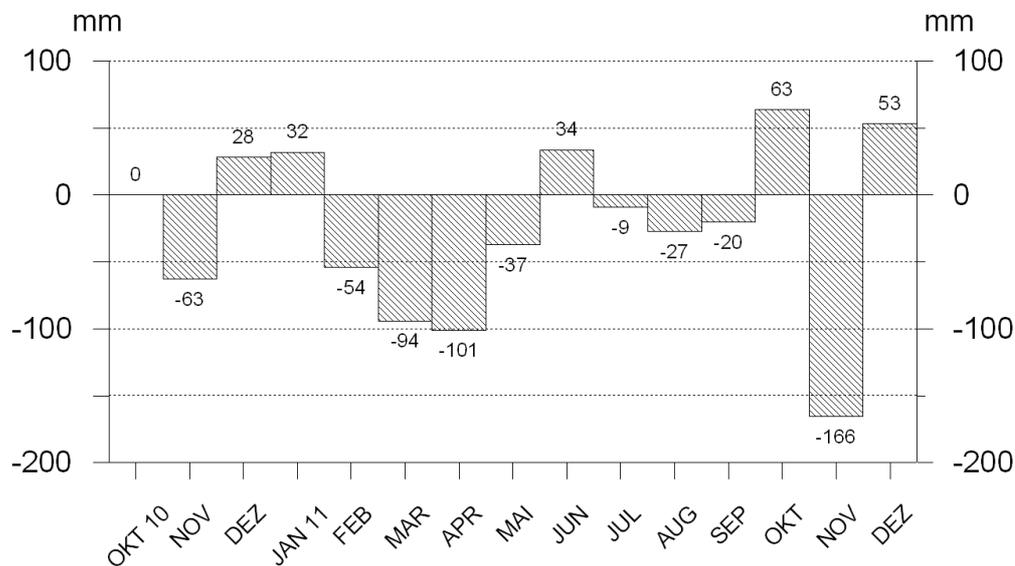


Abb. 12: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weisseesee, Kalsertauern und Sonnblickkees 2010/11 vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 2010) in mm

	WS	KT	SK	TM	BS	LB	RH
	2.270m	2.390m	2.510m	2.040m	2.040m	2.040m	2.304m
Oktober 2010	155	146	151	124	129	113	141
November	107	99	102	83	85	112	103
Dezember	190	179	183	94	103	89	182
Januar 2011	187	174	176	151	160	111	178
Februar	78	73	72	61	64	58	67
März	87(-124)	84	83	69	72	63	80(-112)
April	91(-141)	94	96	73	80	101	85
Mai	191	186	172	132	141	101	193
Juni	303	287	291	213	221	175	315

Juli	291	284	279	201	208	161	309
August	262	249	243	197	227	175	248
September	194	183	179	163	171	136	185
Oktober	227	217	199	189	196	107	232
November	0(-184)	0(-166)	0(-147)	0(-116)	0(-123)	0(-104)	0(-157)
Dezember	221	215	191	178	182	153	223
Kalenderjahr 2011	2132	2046	1981	1627	1722	1341	2115
hydr. Jahr 2010/11	2136	2038	2027	1561	1661	1395	2086
hydr. Sommer 11	1332	1283	1260	979	1048	849	1335
hydr. Winter 10/11	804	755	767	582	613	546	751

Tab. 4 Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 2010/11 und im Kalenderjahr 2011 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-2010 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)

	2011	1964-2010	Abweichungen	%
Tot. Weißsee (2.270m)	2132	2605	-473	82
Tot. Kalser Törl (2.390 m)	2046	2340	-294	87
Tot. Sonnblickkees	1981	2197	-216	90
Tot. Tauernmoos (2.040 m)	1627	1791	-164	91
Tot. Landeckbach (2.040 m)	1722	1755	-33	98
Tot. Beileitung Süd (2.040 m)	1341	1559	-218	86
Omb. Rudolfshütte (2.304 m)	2115	2264	-149	93
"Mittel der 6 Totalisatoren"	1808	2041	-233	89

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

In diesem Jahr zeigte sich ein relativ einheitliches Bild an den Totalisatoren. Die Totalisatoren hatten im Schnitt etwa 10% geringere Mengen als im Mittel zu erwarten wären. Dabei fällt der Tot. Weißsee mit fast 20% weniger Niederschlag bzw. der Tot. Landeckbach mit annähernd durchschnittlichem Messwert aus der Reihe.

3. Der Abfluss 2010/11 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):

	2010/11	1942-2010	% vom Mittel		2010/11	1942-2010	% vom Mittel
Oktober 2010	1068	659	162	Juli	3283	4310	76
November	123	178	69	August	3444	3509	98
Dezember	81	107	76	September	2864	1854	154
Januar 2011	98	113	87	Oktober	1111	659	169
Februar	47	82	57	November	102	178	57
März	36	85	42	Dezember	256	107	239
April	184	128	144				
Mai	2006	948	212	Hyd. Jahr 2010/11	17123	15119	113
Juni	3889	3143	124	Kalenderjahr 2011	17320	15119	115

Tab. 6: Monatlicher Abfluss 2010/11 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-2010 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m³)

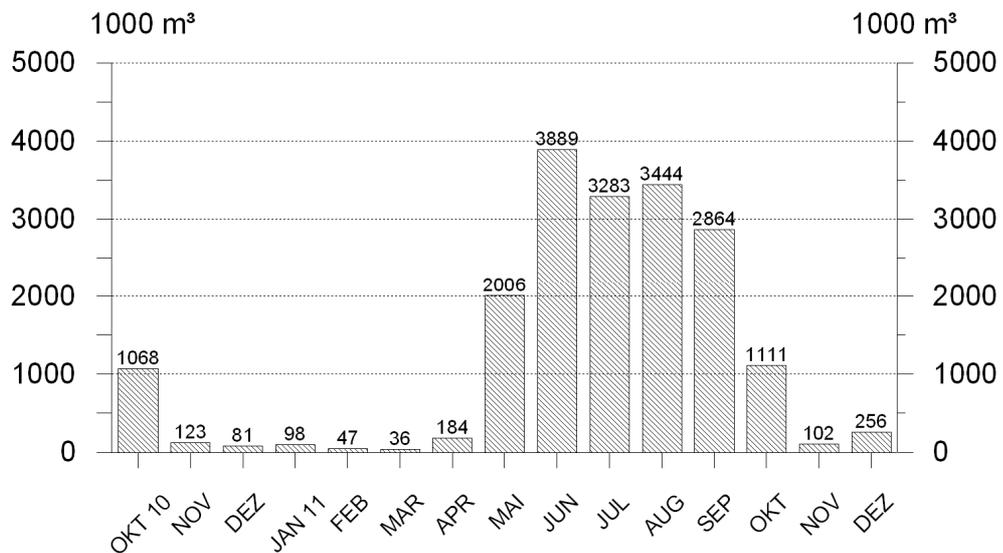


Abb. 13: Monatliche Abflusshöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 2010/11 (in 1000 m³)

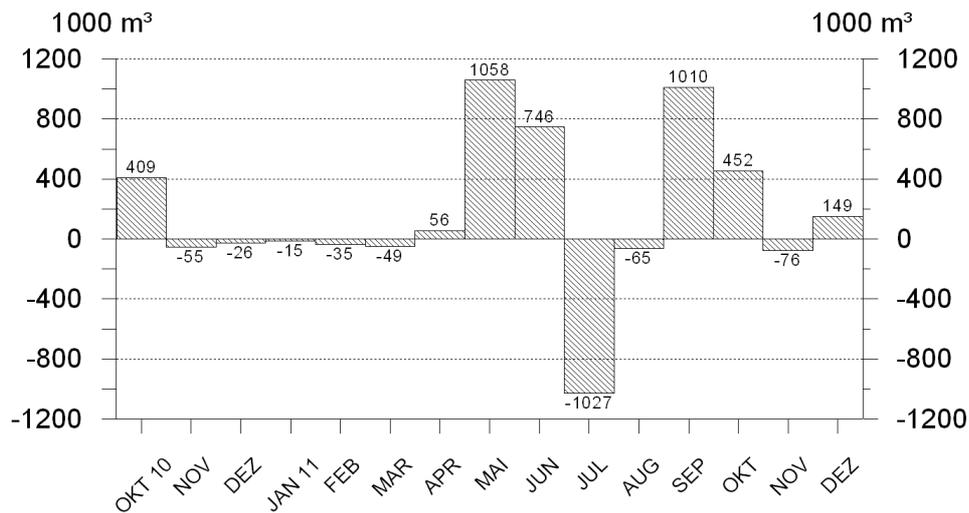


Abb. 14: Abweichungen der monatlichen Abflusshöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 2010/11 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte schon am 24. August 2011 den Vollstau. Der Zufluss im hydrologischen Jahr 2010/11 lag mit 17,12 Mio. m³ 13 % über dem langjährigen Mittel von 1942 bis 2010 (15,11). Die Jahresabflusshöhe betrug 3.231 mm (Mittel 1942-2010: 2.851 mm).

In Abb. 13 sind die monatlichen Abflusshöhen, in Abb. 14 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 2010/11 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Der Zufluss zum Speicher Weißsee war im Oktober stark überdurchschnittlich, das gesamte restliche Winterhalbjahr durchschnittlich. Im Sommerhalbjahr wurden zu hohe Abflusswerte registriert. Dabei waren die Werte im April und August durchschnittlich, die Monate Mai, Juni und September deutlich überdurchschnittlich. Der Juli fiel mit einem sehr niedrigen Zuflusswert von 3,283 Mio. m³ gegenüber einem Mittelwert von 4,310 Mio. m³ aus der Reihe.

4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 2010/11 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 2010/11 und der Fehlerschätzung (Tabelle 7).

	spezifisch (in mm)	absolut (in m³)	geschätzter Fehler
Niederschlag	3.104	16.721.000	
Abfluss	3.231	17.123.000	± 5%
Verdunstung	400	2.120.000	±25%
Bilanz SSK (inkl. Filleckees)	-431	-2.287.000	±5%
SSK Unterer Boden	-29	-153.000	±5%
Bilanz Weißseekees	-18	-96.200	±30%
Altschneeflecken	5	24.500	±30%
Firnflecken	-2	-10.000	±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 3.104 mm ± 7,4 %.

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 2010/11 2.076 mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 3.104 mm ist dies um 1.028 mm oder 5,4 Mio m³ zu wenig .Das bedeutet, dass die Totalisatoren im Mittel um etwa 33 % zu wenig anzeigten.

5. Überblick über die Massenbilanz - Messreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1964-2011

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 48 Massenbilanzen waren 18 positiv und 30 negativ. Von 1964 bis 2011 betrug die kumulative Massenbilanz -22,74 Mio. m³ oder -22,5 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 -32,54 Mio. m³ (spez. Bilanz: -31,9 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -26,5 Mio. m³ oder -26,2 m spez. Bilanz (Spezifische Werte jeweils auf die aktuelle Gletscherfläche bezogen).

Das SSK wurde wegen der Abtrennung des unteren Eiskörpers um -490 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 -595,0 m an Länge. Seit 1960 wurde das Kees um -586,7 m kürzer.

Der Eisrandsee vergrößerte sich weiter. - Die Felsinseln im Gletscher sind größer geworden, neue tauchten auf.

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 erfolgte gewohnt verlässlich durch R. Winter, Uttendorf. - Die Abflussdaten stellten die ÖBB – Infrastruktur Aktiengesellschaft, Geschäftsbereich Energie, zur Verfügung. - Die Wetterdaten stammen von der Station Rudolfshütte bzw. von der Wetterdienststelle Salzburg.

Nach einer Begehung am 17. Juli fiel der Projektleiter krankheitsbedingt für die alljährlichen Feldarbeiten aus. In dieser Zeit führten die Messungen und Beobachtungen durch: H. Wiesenegger, N. Slupetzky, G. Seitlinger, B. Zigel, M. Geilhausen. Besonders den genannten Personen sowie nicht namentlich erwähnten Mitarbeitern danke ich für ihren Einsatz und auch den Institutionen für ihre Beiträge.

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