

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

Ergebnisbericht für 1997

Zusammenfassung

Das Haushaltsjahr 1996/97 - das 34. Meßjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 - endete mit einer leicht positiven Bilanz von +31,5 g/cm² mittlerer spezifischer Nettobilanz oder +0,472 Mio. m³ Netto-Massenzuwachs. Das Haushaltsjahr endete erst am 10.10.1997. In den 34 Jahren waren 18 Haushaltsjahre positiv und 16 negativ, seit 1982 endeten von den 16 Haushaltsjahren 12 negativ. Die Gleichgewichtslinie lag am 10.10.1997 am Ende des Haushaltsjahres in einer Höhe von 2.700 m, um 130 m unterhalb des Mittels 1982 bis 1997 (2.830 m).

Insgesamt gesehen ist das - erwartete- positive Haushaltsjahr aus der überdurchschnittlichen Akkumulation im Winterhalbjahr und der bis Anfang August relativ verzögerten Abschmelzung zu begründen, daß es kein stärker positives Jahr wurde liegt an der zu warmen zweiten Sommerhälfte und zu einem gewissen Teil an dem am 14. Mai abgelagerten Wüstenstaub.

Das Jahresmittel der Temperatur an der Station Rudolfshütte lag im hydrologischen Jahr 1996/97 bei +0,5°C und war damit 1,1°C über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1997. Der Niederschlag war mit 2.600 mm etwa 18% über dem Mittelwert 1981 bis 1997 von 2.194 mm. Der Niederschlag 1996/97 aus sechs Totalisatoren und dem Ombrometer Rudolfshütte war im Mittel 2.038 mm und lag damit genau im langjährigen Mittel (2.033 mm, 1964-1997).

Das Temperaturmittel in der Hauptablationsperiode Juni bis September betrug 6,5°C und war damit 0,5°C über dem Mittel 1980 bis 1997 von 6,0°C. Der Spätwinter (Januar, Februar und März) war extrem warm (3,7° über dem Mittel der drei Monate). Im Sommerhalbjahr fallen die Monate April und Juli mit unterdurchschnittlichen Temperaturen auf.

Der Zufluß in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 1996/97 15,8 Mio. m³, was 105% des langjährigen Mittels entsprach. Die Jahresabflußhöhe belief sich auf 2.991 mm (das Mittel 1942 bis 1996 beträgt 2.854 mm).

Aus der Wasserhaushaltsgleichung läßt sich eine Jahresniederschlagshöhe im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee für 1996/97 von 3.565 mm +/- 8% abschätzen. Der Gletscherrückhalt betrug 224 mm oder 6,2 %.

Von 1995 bis 1997 war die jährliche Bilanz +14, -25, +32 g /cm², damit ist zumindest der starke Massenabbau, der seit 1982 vor sich ging, deutlich unterbrochen.

1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 1996/97

In diesem Jahr wurde zum 34. mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 17 mal über die maximale Ausaperung).

1.1. Witterungsverlauf 1996/97

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 1996/97 folgendes Bild:

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

Das Jahresmittel der Temperatur lag im hydrologischen Jahr 1996/97 bei $+0,5^{\circ}$ und war somit um $1,1^{\circ}$ über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1997 ($-0,6^{\circ}\text{C}$). Das Winterhalbjahr lag mit $-3,0^{\circ}$ deutlich über dem Mittelwert von $-5,0^{\circ}$, das Sommerhalbjahr mit $+3,9^{\circ}$ etwa im Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1997 von $3,7^{\circ}$.

Der Frühwinter mit den Monaten Oktober, November und Dezember war durchschnittlich temperiert. Die Abweichungen von den langjährigen Mittelwerten blieben unter $0,5^{\circ}$. Hingegen waren die Spätwintermonate Januar, Februar und März jeweils deutlich zu warm. Mit $+3,8^{\circ}$, $+3,6^{\circ}$ und $+3,7^{\circ}$ Abweichung gegenüber den Mittelwerten war eine sehr lange Phase mit außergewöhnlich hohen Temperaturen zu verzeichnen.

Der Sommer zeigte keine extremen Werte, jedoch einen sehr heterogenen Verlauf. Die Monate April und Juli waren deutlich zu kalt, Mai und vor allem September wiesen beträchtliche positive Temperaturabweichungen auf. Die Monate Juni und August lagen mit geringen positiven Abweichungen thermisch etwa bei den Erwartungen.

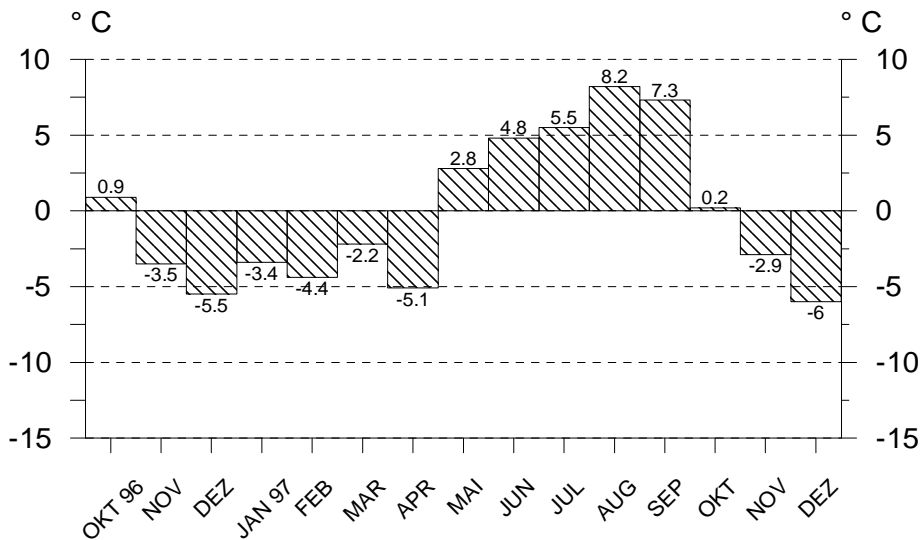


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 1996/97 an der Station Rudolfshütte (°C)

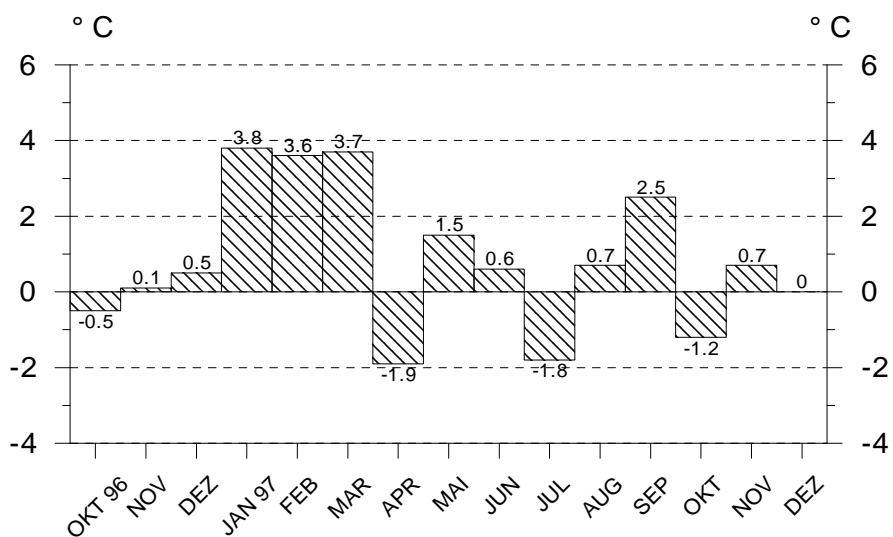


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur vom Mittel 1980-97 (°C).

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

Die Niederschläge im hydrologischen Jahr 1996/97 lagen mit 2.600 mm (gemessen am Ombrometer der Station Rudolfshütte) knapp 20% über dem Durchschnitt der Jahre 1981-1997 (2.194 mm).

Der hydrologische Winter war mit einer Niederschlagssumme von 1.165 mm deutlich zu feucht (Mittelwert 882 mm), der Sommer konnte mit überdurchschnittlich viel Niederschlag (1.435 mm gegenüber 1.312 im Mittel) einen weiteren Beitrag zu einem sehr feuchten Jahr leisten.

Der Winter begann mit einem extrem feuchten Oktober, es fielen mit 331 mm fast dreimal soviel Niederschlag wie im Mittel der Jahre 1964-1997. Auch der November war überdurchschnittlich feucht. Hingegen waren Dezember und Januar sehr trocken. Insbesondere der Januar fiel mit einem Extremwert von nur 3 (!) mm auf, was etwa 2% des zu erwartenden Niederschlages entsprach. Der März war wieder deutlich zu feucht.

Der Sommer 1997 war insgesamt zu feucht, die Monate April, Juni und Juli wiesen überdurchschnittliche Niederschläge auf. Der September hingegen war deutlich zu trocken (nur 71 mm, Mittelwert 174 mm).

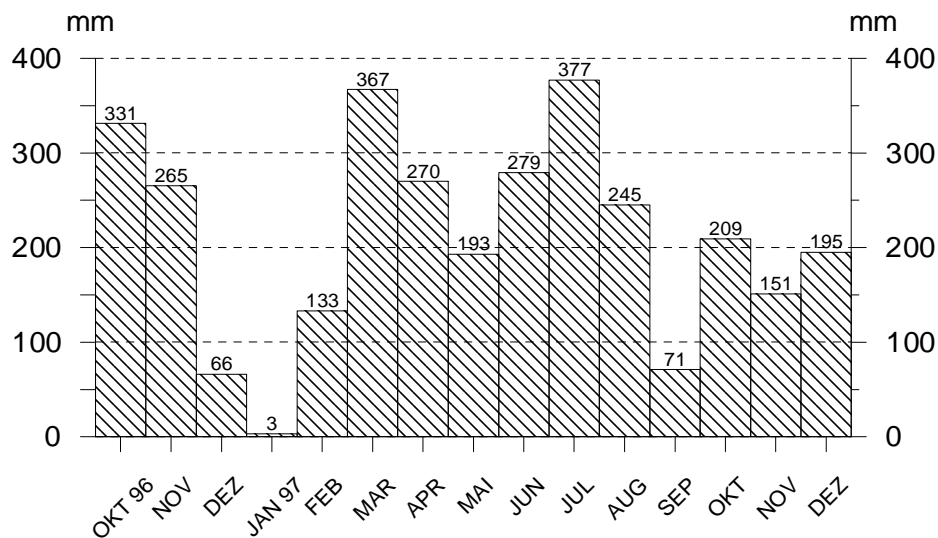


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlages 1996/97 an der Station Rudolfshütte (in mm)

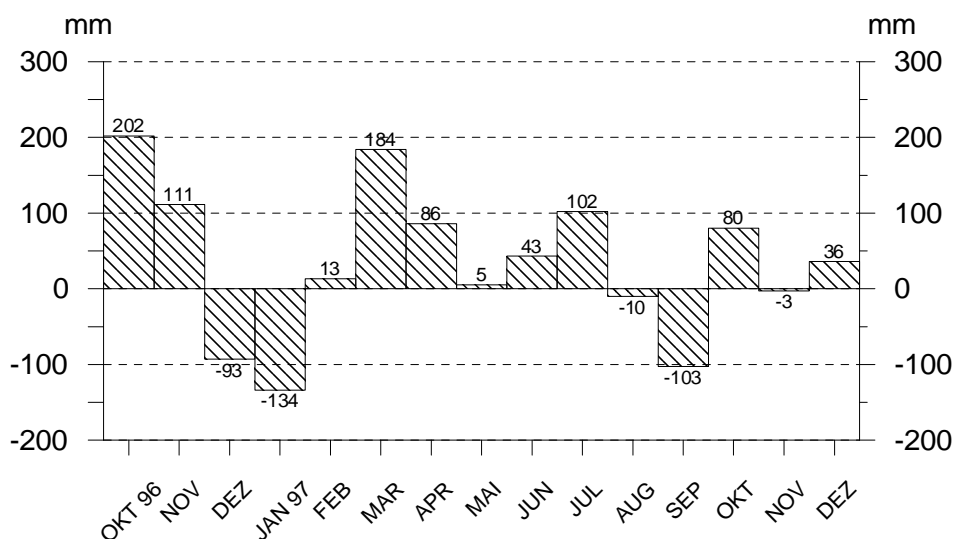


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlages vom Mittel 1964-97 (in mm)

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

Am 1. Oktober lag fast viermal so viel Schnee wie zu diesem Zeitpunkt im Mittel zu erwarten wäre (110 cm gegenüber 29 cm im Mittel). Die Schneehöhe blieb dann bis zum 1. Januar überdurchschnittlich. Am 1. Februar wurden jedoch wieder durchschnittliche Schneehöhen verzeichnet.

Im Spätwinter brachten der März und April überdurchschnittliche Schneemengen, die am 1. Mai mit 600 cm ihre größte Höhe erreichten. Dieser Wert ist der zweithöchste seit 1980 (nach dem Mai 1980 mit 720 cm).

Die Schneehöhe blieb bis zum 1. September deutlich über dem Mittelwert, an diesem Tag lagen immer noch 90 cm Schnee, was dem dreifachen Mittelwert der Jahre 1980 bis 1997 entspricht.

Einen gewissen Einfluß auf den Abbau der Schneedecke hatte der am 14. Mai abgelagerte Wüstenstaub durch Erniedrigung der Albedo.

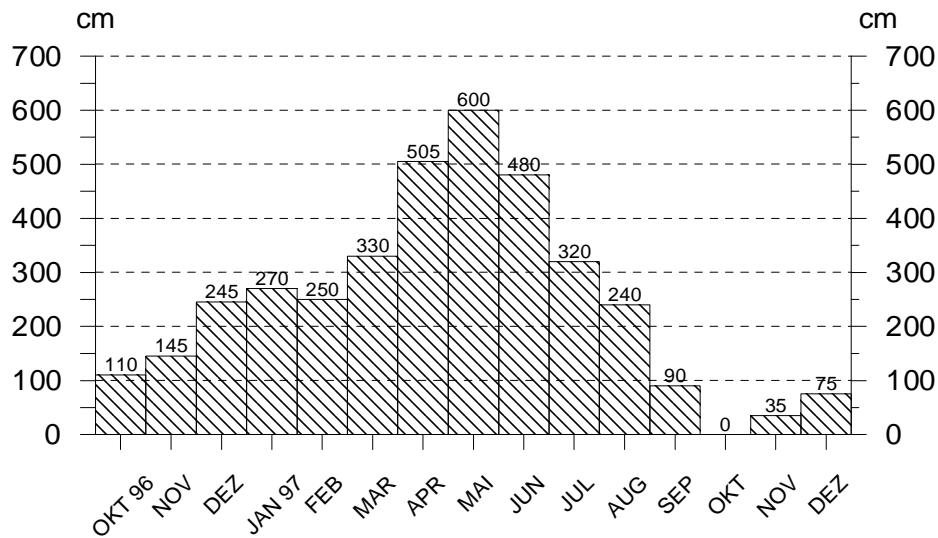


Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 1996/97 (gemessen am 1. jeden Monats)

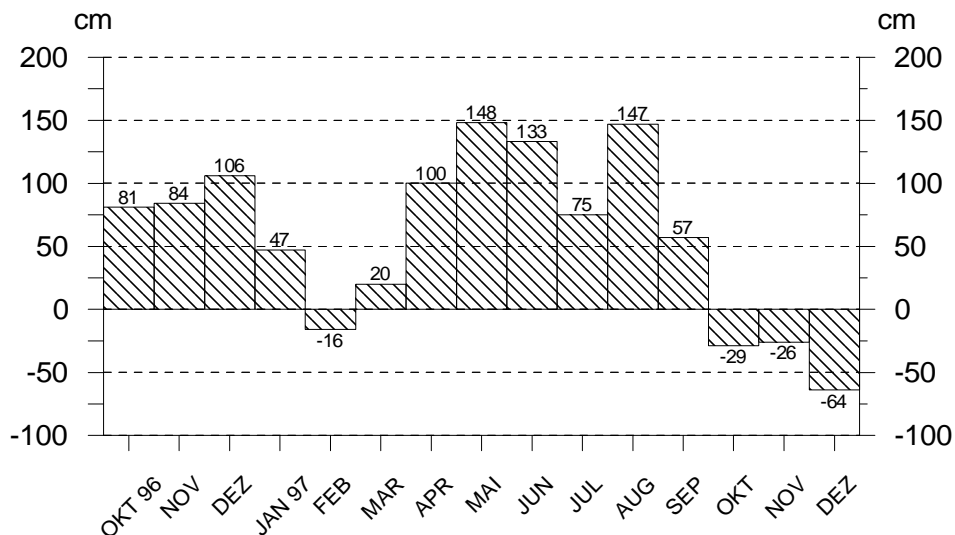


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) vom Mittel der Jahre 1980 - 1997.

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

Die Monate Oktober und November 1996 wiesen mit +9,6 bzw. +9,2% Abweichung im Vergleich zum langjährigen Mittel zu hohe Festniederschlagsanteile auf.

Das Sommerhalbjahr begann mit einem durchschnittlichen April, Mai und August zeigten einen etwas zu hohen Anteil an Festniederschlag. Juni und September wiesen mit Abweichungen von jeweils mehr als 20% vom Mittel deutlich zu niedrige Festniederschlagsanteile auf.

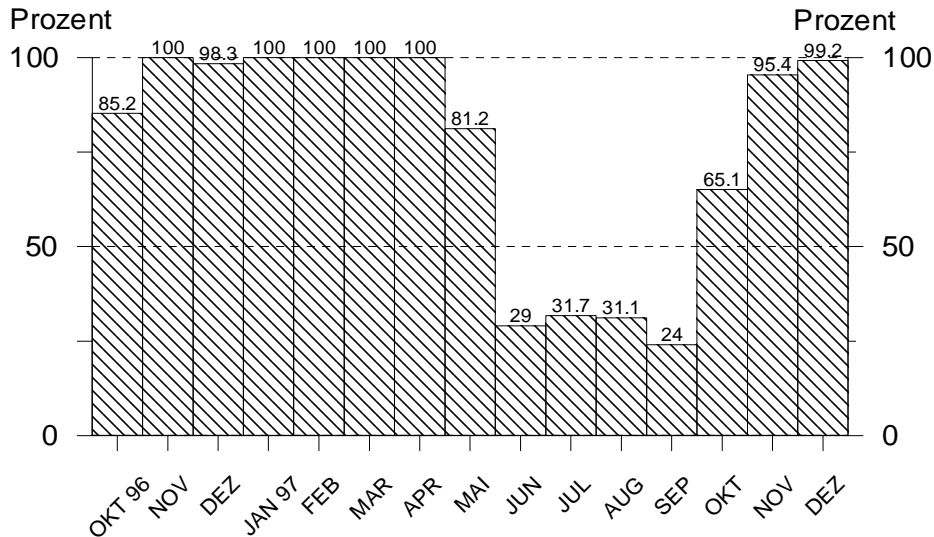


Abb. 7: Anteil des festen Niederschlages 1996/97 an der monatlichen Gesamtniederschlagsmenge

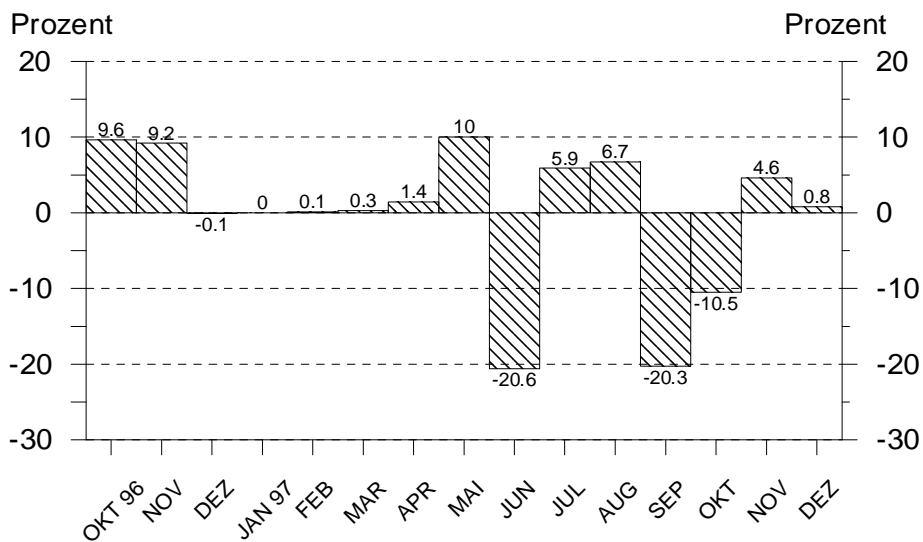


Abb. 8: Abweichung des Anteiles am monatlichen Festniederschlag 1996/97 vom langjährigen Mittel 1980 - 1990

	Temperatur	Mittelwerte	Niederschlag	Mittelwerte
	1996/97	1980-1997	1996/97	1981-97
Oktober 1996	0,9	1,4	331	129
November	-3,5	-3,6	265	154
Dezember	-5,5	-6,0	66	159
Januar 1997	-3,4	-7,2	3	137
Februar	-4,4	-8,0	133	120
März	-2,2	-5,9	367	183
April	-5,1	-3,2	270	184
Mai	2,8	1,3	193	188
Juni	4,8	4,2	279	236
Juli	5,5	7,3	377	275
August	8,2	7,5	245	255
September	7,3	4,8	71	174
Oktober	0,2	1,4	209	129
November	-2,9	-3,6	151	154
Dezember	-6,0	-6,0	195	159
Hydr. Winter	-3,0	-5,0	1165	882
Hydr. Sommer	3,9	3,7	1435	1312
Hydr. Jahr 1996/97	0,5	-0,6	2600	2194
Kalenderjahr 1997	0,4	-0,6	2493	2194

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 1996/97 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw. 1981) bis 1997

	Schneehöhen	Mittelwert	Anteil	Mittelwert
	1996/97	1980-97	1996/97	1980 - 1990
Oktober 1996	110	29	85,2	75,6
November	145	61	100,0	90,8
Dezember	245	139	98,3	98,4
Januar 1997	270	223	100,0	100,0
Februar	250	266	100,0	99,9
März	330	310	100,0	99,7
April	505	405	100,0	98,6
Mai	600	452	81,2	71,2
Juni	480	347	29,0	49,6
Juli	320	245	31,7	25,8
August	240	93	31,1	24,4
September	90	33	24,0	44,3
Oktober	-	29	65,1	75,6
November	35	61	95,4	90,8
Dezember	75	139	99,2	98,4

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnblickkees (Unterer Boden 2.530 m) im hydrologischen Jahr 1996/97 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 - 1997 (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 1996/97 an der Station Rudolfshütte:

Das Winterhalbjahr ($-3,0\text{ °C}$) war um $2,0\text{ °C}$ zu warm, der Niederschlag mit 1.165 mm deutlich über dem Durchschnitt. Der Sommer war mit $+3,9\text{ °C}$ durchschnittlich temperiert (1980 bis 1997 $+3,7\text{ °C}$). Das Sommerhalbjahr war etwas zu feucht, die Niederschlagssumme betrug 1.435 mm (Mittelwert 1981 bis 1997 1.312 mm). - Das Jahresmittel der Temperatur lag im hydrologischen Jahr 1996/97 bei $+0,5\text{ °C}$ und war damit um mehr als 1 °C über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1997. Der Niederschlag (am Ombrometer Rudolfshütte) lag mit 2.600 mm mehr als 400 mm über dem Mittel der Jahre 1981 bis 1997 von 2.194 mm . Das Temperaturmittel in der Hauptablationsperiode Juni bis September betrug 1995 $6,5\text{ °C}$ und war damit $0,5\text{ °C}$ über dem Mittel 1980 bis 1997 von $6,0\text{ °C}$.

1.2. Berechnung der Massenbilanz 1996/97

1.2.1. Bestimmung der Akkumulations- und Ablationsflächen der maximalen Ausaperung

Die Massenbilanz des SSK wird seit 1981 aus dem Flächenverhältnis S_c/S (Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche) ermittelt. Diese Beziehung wurde aus der 17-jährigen Meßreihe mit direkten Massenbilanzmessungen gewonnen. Voraussetzung dafür ist die Erfassung der glaziologisch sehr aussagekräftigen maximalen Ausaperung (die der maximalen Höhenlage der Altschneelinie bzw. Gleichgewichtslinie am Ende des Haushaltsjahres entspricht). Es ist daher notwendig, ab etwa 20. August bis Mitte Oktober, die Ausaperung laufend durch Fotos und Kartierungen zu verfolgen, um mit Sicherheit die maximale Ausaperung zu erfassen. Wie im Vorjahr wurde die Ausaperung photographisch festgehalten. Dabei sollte wiederum ein möglichst nahe der maximalen Ausaperung liegender Stand dokumentiert werden, um damit die Akkumulations- und Ablationsflächen auswerten zu können.

Mit den Fotos wurde unter Zuhilfenahme früherer, ähnlicher Ausaperungszustände die Ausaperung für den 10. Oktober 1997 bestimmt und die Karte für die maximale Ausaperung gezeichnet (Abb. 10).



Abb. 9: Das Stubacher Sonnblickkees am 26.09.1997 (Flugfoto: H. Slupetzky)

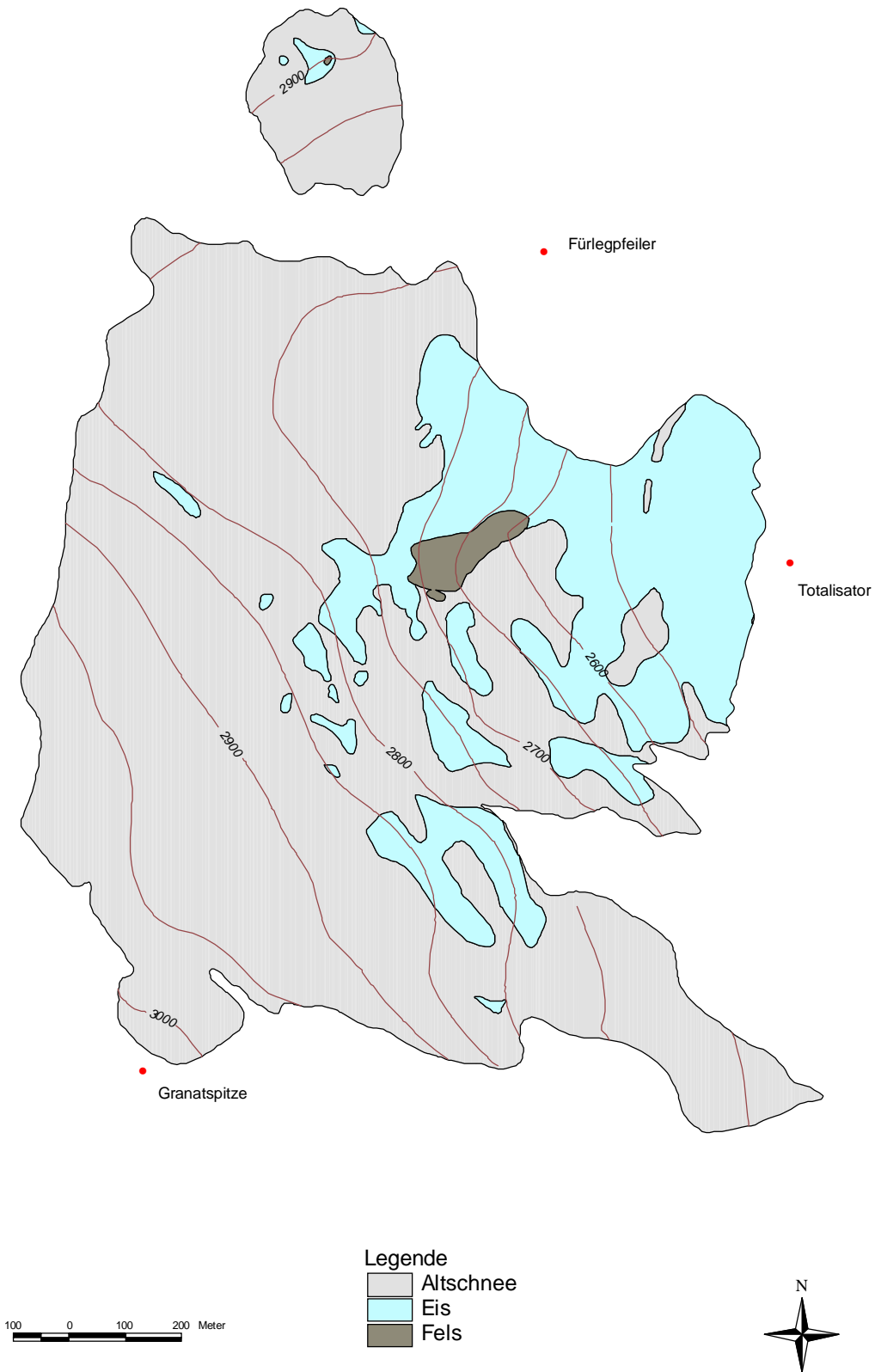


Abb. 10: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblickkeeses am 10.10.1997

Die Digitalisierung der Karte der maximalen Ausaperung nach Altschnee-, Firn- und Eisflächen je 50-m Höhenstufen im Originalmaßstab 1:5.000 ergab die entsprechenden Flächenwerte (Tab. 3) , mit denen in weiterer Folge die Massenbilanz des SSK und Filleckkeeses berechnet wurde.

Filleckkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2800- 2850	21883	-	-	-	21883
2850- 2900	27432	-	1199	1199	28632
2900- 2950	17700	-	2181	2181	19882
Gesamt	67017	-	3381	3381	70399
Sonnblickkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2550	9664	-	102356	102356	112020
2550- 2600	20167	-	47561	47561	67728
2600- 2650	29239	-	30474	30474	59713
2650- 2700	45485	-	44760	44760	90246
2700- 2750	196287	-	35230	35230	231518
2750- 2800	224461	-	27806	27806	252268
2800- 2850	125912	-	33830	33830	159743
2850- 2900	159221	-	6140	6140	165361
2900- 2950	178236	-	-	-	178236
2950- 3000	108323	-	-	-	108323
3000- 3050	8335	-	-	-	8335
Gesamt	1105354	-	328161	328161	1433515
Sonnblickkees und Filleckkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2550	9664	-	102356	102356	112020
2550- 2600	20167	-	47561	47561	67728
2600- 2650	29239	-	30474	30474	59713
2650- 2700	45485	-	44760	44760	90246
2700- 2750	196287	-	35230	35230	231518
2750- 2800	224461	-	27806	27806	252268
2800- 2850	147796	-	33830	33830	181627
2850- 2900	186654	-	7340	7340	193994
2900- 2950	195936	-	2181	2181	198118
2950- 3000	108323	-	-	-	108323
3000- 3050	8335	-	-	-	8335
Gesamt	1172371	-	331543	331543	1503914

Tab. 3: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m² (Stand der Ausaperung: 10.10.1997)

Wie alljährlich wurde wieder Ende August mit der Fotodokumentation der Ausaperung begonnen, u.z. mit Aufnahmen ab 24. August. Neuschnee am 2. September bis 1.600 m herab unterbrachen die Abschmelzung, am 5. September war das SSK wieder aper. Im September wurden zunächst Fotos am 6.,10., 11.,12.und 13.9. gemacht. Schneefall am 14.9. bis 2.250 m unterbrach nur kurz die Abschmelzung. Mit Fotos am 18.,19.,20. und 25.9. wurde die weitere Ausaperung festgehalten. Nach mehreren Jahren konnte wieder ein Flug über die mittleren Hohen Tauern durchgeführt und der Stand der Ausaperung des SSK am 26. September mit Flugschrägfotos dokumentiert werden.

Als Folge der Abkühlung am 2. 10. mit einer Schneefallgrenze in der Früh bei 2.600 m und am nächsten Tag bis 1.300 m herab schien das Haushaltsjahr beendet zu sein; bei der Rudolfshütte lagen am 3.10. Früh 5 cm Neuschnee, die Schneefallgrenze lag bei 1.800 m. Die warme Witterung Anfang Oktober führte dazu, daß der Neuschnee - bis auf die höhergelegenen Flächen und auf schattseitige Stellen - wieder abschmolz. Der Kaltlufteinbruch am 11. 10. mit einer Schneefallgrenze bis 2.100 m und am 12.10. bis 2.000 m - die Schneefallgrenze sank in den anschließende Tagen bis in höhere Tallagen ab - beendete endgültig das Haushaltsjahr. Die max. Ausaperung war daher am 10. Oktober 1997. Mit Fotos, die der Wetterbeobachter am 10.10. gemacht hatte, konnten die Veränderungen in der Ausaperung erfaßt werden, sie waren im Oktober nur mehr gering.

Heuer wurden durch die Fliegerbildkompanie Langenlebern des Österr. Bundesheeres im Rahmen der Gesamtaufnahme der österreichischen Gletscher die Granatspitz- und die Glocknergruppe am 12.September luftphotogrammetrisch aufgenommen. Die Luftaufnahmen vom SSK wurden verwendet, um das Zwischenstadium des Ausaperungsstandes zu erfassen.

1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 1996/97 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 1996/97 folgende Massenbilanzwerte:

Spezifische Nettoakkumulation: $b_c = +46,5 \text{ g/cm}^2$

Spezifische Nettoablation: $b_a = -15,1 \text{ g/cm}^2$

Mittl. spez. Nettobilanz: $b = +31,4 \text{ g/cm}^2$

Die Massenbilanz des SSK 1996/97 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

$S_c \text{ km}^2$	$b_c \text{ g/cm}^2$	$B_c \text{ 10}^6 \text{ m}^3$	$S_a \text{ km}^2$	$b_a \text{ g/cm}^2$	$B_a \text{ 10}^6 \text{ m}^3$	$S \text{ km}^2$
1,172	46,5	0,699	0,332	-15,1	-0,227	1,504
$B \text{ 10}^6 \text{ m}^3$	$b \text{ g/cm}^2$	S_c/S	S_c/S_a	GW	natürliches Haushaltsjahr	
+0,472	+31,4	0,780	3,536	2.780	01.09.96 - 10.10.97	

(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 31,4 cm eine leicht positive Bilanz. Dieses Ergebnis ist nur aus den komplexen Witterungsabläufen heraus zu verstehen. Die Akkumulationsperiode begann zunächst mit einem winterlichen September 1996, und der schneereiche Spätherbst/Frühwinter führte zum Aufbau der Frühwinterschneedecke. Der Hochwinter war jedoch schneearm, am 1.2. lagen am Unteren Boden des SSK nur 1,70 m Schnee. Der Spätwinter war jedoch schneereich, sodaß am 1.3. am Unteren Boden bereits 5,05 m und am 1.5. 6,00 m Schnee lagen. Dies bedeutete eine deutlich überdurchschnittlichen Schneemenge auf den Gletschern, wie dies zuletzt mit 6 m 1980 der Fall war. In den letzten 33 Jahren gab es an diesem Meßpunkt am 1. Mai nur in 5 Jahren über 6 m Schnee. (Der höchste Wert wurde 1979 mit 7,8 m, der zweithöchste 1980 mit 7,2 m gemessen). Mit einer Wahrscheinlichkeit von über 85 % war ein positiver Massenhaushalt am Ende des Sommers zu erwarten.

Der Mai war zu warm und trocken, und auch der Juni zu warm, sodaß der Abbau der Schneedecke einsetzte, es gab aber immer wieder kühlere Phasen mit Schneefällen, die starke Abkühlung Ende Juni mit Schneefällen am 23.6. bis 1500 m herab unterbrachen die Abschmelzung nachhaltig.

Noch am 1. Juli lagen am Unteren Boden des SSK 3,20 m Altschnee. Von 28 Jahren waren am 1. Juli 12 mal über 3,20 m Schnee zu verzeichnen. Von den 12 Jahren endeten 10 Haushaltsjahre positiv und nur 2 negativ, sodaß auch zu diesem Zeitpunkt mit großer Wahrscheinlichkeit ein positiver Haushalt des SSK zu erwarten war.

Der kühle und niederschlagsreiche Juli verzögerte die Abschmelzung nachhaltig, in den warmen und relativ trockenen Monaten August und September verloren die Gletscher jedoch laufend an Masse. Noch am 23. August wurde aus dem Ausaperungsstand eine positive Zwischenbilanz von ca. 2 Mio m³ geschätzt. Der September war jedoch zu warm (um 2,5° bei der Rudolfshütte) Schneefälle Anfang Oktober bis 1.300 m herab (am 3.10.) brachten noch nicht das Haushaltsende, dieses war mit einem Kaltlufteinbruch vom 11.-16. Oktober am 11. 10. beendet, sodaß die maximale Ausaperung am 10.10. 1997 war ; ab 3. 10. änderte sich jedoch nicht mehr viel.

Insgesamt gesehen ist das - erwartete- positive Haushaltsjahr aus der überdurchschnittlichen Akkumulation im Winterhalbjahr und der bis Anfang August relativ verzögerten Abschmelzung zu begründen, daß es kein stärker positives Jahr wurde liegt an der zu warmen zweiten Sommerhälfte und zu einem gewissen Teil an dem am 14. Mai abgelagerten Wüstenstaub.

Das SSK hatte mit einer mittleren spezifischen Massenbilanz von +31,4 g/cm² einen leicht positiven Haushalt. Die Begründung für die Bilanz liegt darin, daß

1. die winterliche Schneedecke deutlich übernormal war (600 cm am 1. Mai am unteren Boden des SSK),
2. die sommerliche Abschmelzung zwar stark, aber nicht extrem war, sodaß ein großer Teil der mächtigen Schneedecke erst sehr spät abgebaut wurde
3. zwei Kaltlufteinbrüche am 5. und 18. Juli mit jeweils erheblichen Neuschneemengen am Gletscher die Ablationsperiode unterbrochen haben bzw. der Juli kalt war.

1.3. Ergebnisse der Längen- und sonstigen Messungen

Die Längenänderung wurde - im Rahmen der OeAV-Gletschermessungen - zuerst schon am 31.8. gemessen, wobei der Eisrand noch an vielen Stellen mit Altschnee bedeckt war. Es ergab sich ein Vorstoß von 1,4 m. Eine Wiederholungsmessung am 17.9. erbrachte denselben Wert. Die endgültige Messung - sie soll möglichst nahe dem Haushaltsende sein- erbrachte schließlich einen Vorstoß von 1 m.

Am 16. Jänner 1997 wurde - nach Durchbohrung der Eisdecke mit einem Kronenbohrer - an 5 Stellen des in jüngerer Zeit neu entsandenen Kees Sees gelotet. Die größte gemessene Tiefe ist 12,5 m.

2. Niederschlagswerte 1996/97 bzw. 1997 in den Einzugsgebieten der Speicher Weißsee und Tauernmoossee

Bei den sechs Totalisatoren wurden auch in diesem Jahr die meisten Ablesungen am 1. jeden Monats durchgeführt, sodaß nur in wenigen Fällen eine Reduktion auf Monatswerte mit Hilfe der Station RH erfolgen mußte.

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.

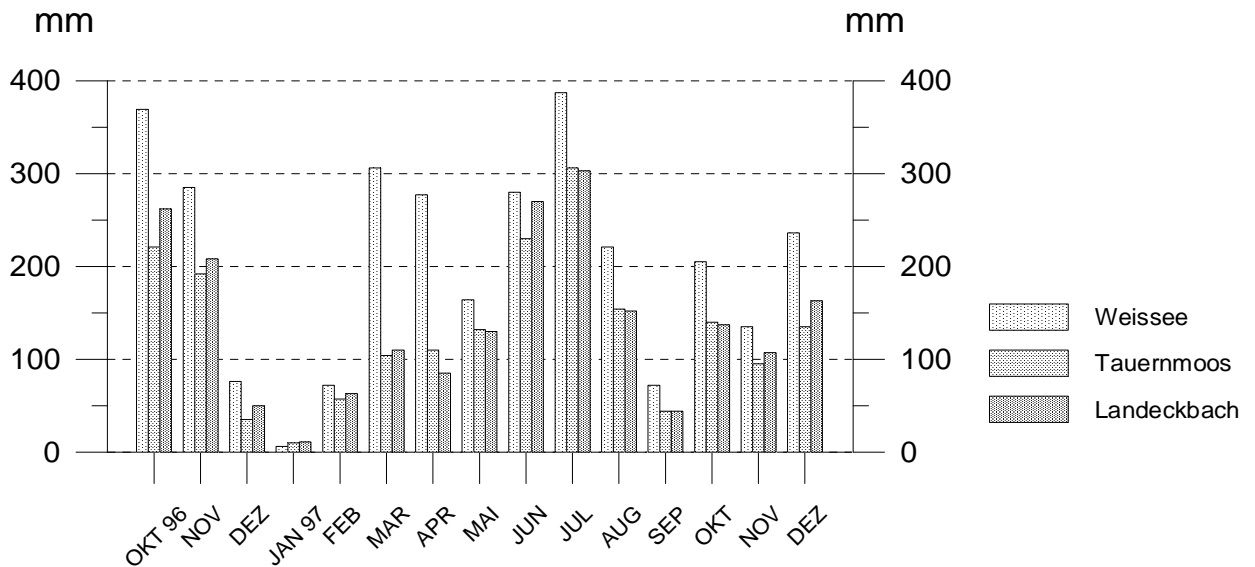


Abb. 11: Monatsniederschlag 1996/97 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

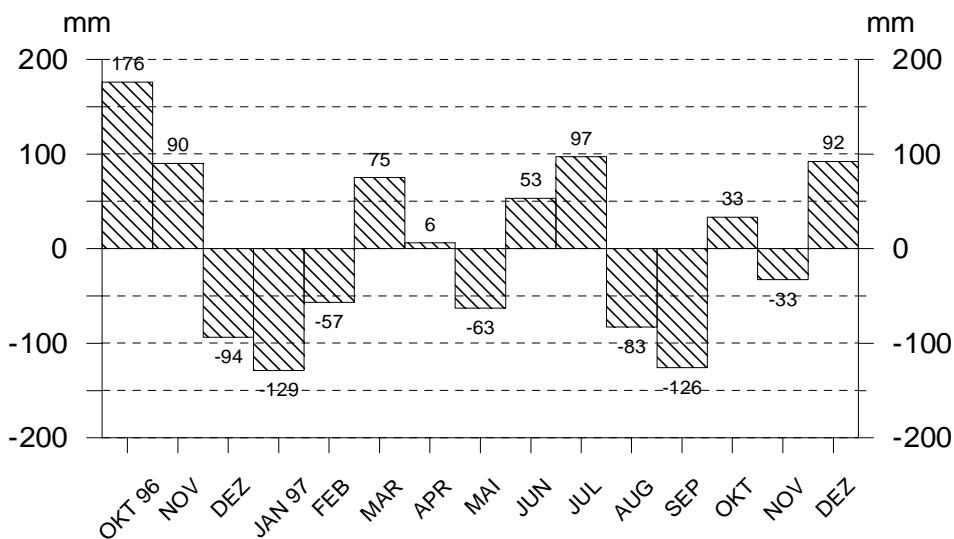


Abb. 12: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weißsee, Kalser Tauern und Sonnblickkees vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 1997) in mm

	WS	KT	SK	TM	BS	LB	RH
	2.270m	2.390m	2.510m	2.040m	2.040m	2.040m	2.304m
Oktober 1996	369(+215)	309(+171)	270(+143)	221(+104)	262(+125)	246(+131)	331(+204)
November	285	254	223	192	208	207	265(+112)
Dezember	76(-107)	69	57	35	50	52	66
Januar 1997	6(-167)	16(-127)	32	10	11	42	3(-128)
Februar	72	50	54	57	63	38	133
März	306	214	221	104	110	79	367
April	277	195	158	110	85	44	270
Mai	164	173	150	132	130	57	193
Juni	280	347	320	230	270	164	279
Juli	387	391(+117)	365	306	303	403(+176)	377(+105)
August	221	173	160	154	152	164	245
September	72(-134)	69(-127)	67(-117)	44(-119)	44(-104)	41	71(-105)
Oktober	205	158	155	140	137	127	209
November	135	129	130	95	107	103	151
Dezember	236	261	263(+130)	135	163	133	195
Kalenderjahr 1997	2361	2176	2075	1517	1575	1395	2493
hydr. Jahr 1996/97	2515	2260	2077	1595	1688	1537	2600
hydr. Sommer 97	1401	1348	1220	976	984	873	1435
hydr. Winter 96/97	1114	912	857	619	704	664	1165

Tab. 4: Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 1996/97 und im Kalenderjahr 1997 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-97 in Klammern. (RH = Ombrometer Rudolfshütte, WS = Totalisator Weißsee, KT = Tot. Kalser Törl, SK = Tot. Sonnblickkees, TM = Tot. Tauernmoos, BS = Tot. Beileitung, LB = Tot. Landeckbach Süd, Werte für SK Mai, Juni und August 1997 aufgrund technischer Probleme ergänzt)

	1997	1964-97	Abweichungen	%
Tot. Weißsee (2.270m)	2361	2620	-259	90
Tot. Kalser Törl (2.390 m)	2176	2321	-145	94
Tot. Sonnblickkees	2075	2117	-42	98
Tot. Tauernmoos (2.040 m)	1517	1803	-286	84
Tot. Landeckbach (2.040 m)	1395	1637	-242	85
Tot. Beileitung Süd (2.040 m)	1575	1668	-93	94
Ombr. Rudolfshütte (2.304 m)	2493	2357	+136	106
"Mittel der 6 Totalisatoren" 1997	1849	2027	-178	91

Tab. 5: Jahressummen des Niederschlages im Kalenderjahr 1997 (in mm), Abweichungen vom Mittel 1964 (bzw. 1981) bis 1997 und relativ zum Mittelwert (Prozent).

Die Jahressummen der Niederschläge an den Totalisatoren waren im Verhältnis zu den Mittelwerten der Jahre 1980 bis 1997 zwischen 2 und 15% zu niedrig. Die Totalisatoren Sonnblickkees, Kalser Törl und Beileitung Süd waren mit -2 bzw. -6% nur wenig unter dem Mittelwert, während die Totalisatoren Tauernmoos und Landeckbach mit -15 bzw. -16% schon deutlich unterdurchschnittliche Messwerte zeigten.

Hingegen wurden am Ombrometer Rudolfshütte eine überdurchschnittliche Jahresmenge an Niederschlag verzeichnet. Im Jahr 1997 wurden um 6% mehr als im Mittel der Jahre 1981 bis 1997 gemessen.

Das Maximum der Monatssummen trat im hydrologischen Jahr bei allen Meßstellen im Juli 1996 auf. Am Totalisator Landeckbach wurde in diesem Monat ein Wert von 403 mm gemessen, was fast dem doppelten Mittelwert an dieser Meßstelle entspricht. Außergewöhnlich trocken war der Januar. Am Weißsee wurden 6 mm, an der Rudolfshütte nur 3 mm Niederschlag in diesem Monat verzeichnet. Lediglich an den Totalisatoren Sonnblickkees und Landeckbach wurden nennenswerte Niederschläge (32 bzw. 42 mm) gemessen.

3. Der Abfluß 1996/97 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee

Die Messungen durch die ÖBB im Kraftwerk Enzingerboden ergaben folgende monatliche Zuflüsse (natürlicher Zufluß ohne die Beileitung Nord) in den Speicher Weißsee (Tab. 8):

	1996/97	1942-97	% vom Mittel		1996/97	1942-97	% vom Mittel
Oktober 1996	756	658	115	Juli	4400	4301	102
November	169	177	95	August	3492	3714	94
Dezember	155	108	144	September	758	1956	39
Januar 1997	156	114	137	Oktober	423	658	64
Februar	112	82	137	November	208	177	118
März	178	82	217	Dezember	172	108	159
April	62	128	48				
Mai	772	878	88	Hyd. Jahr 1996/97	15851	15124	105
Juni	4841	2926	165	Kalenderjahr 1997	15574	15124	103

Tab. 8: Monatlicher Abfluß 1996/97 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-1997 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m³)

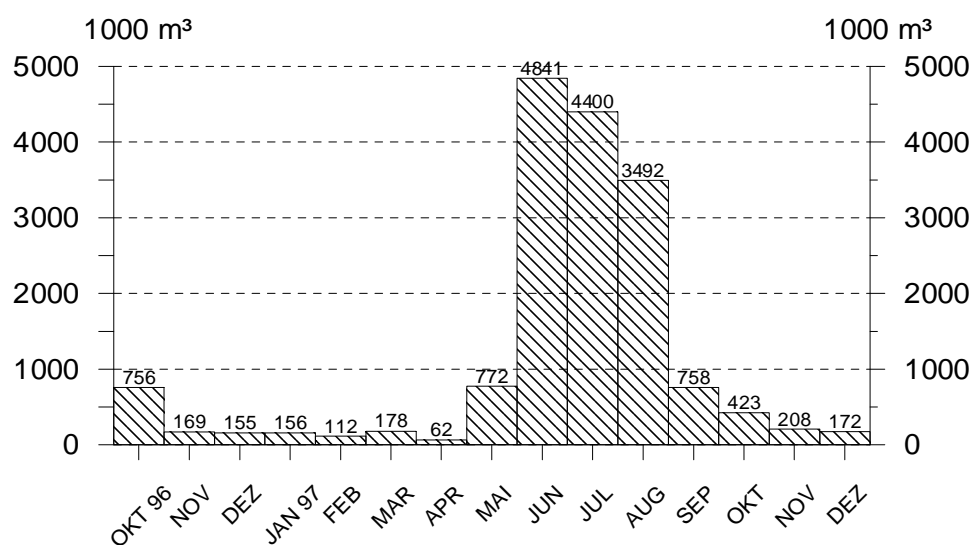


Abb. 13: Monatliche Abflußhöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 1996/97 (in 1000 m³)

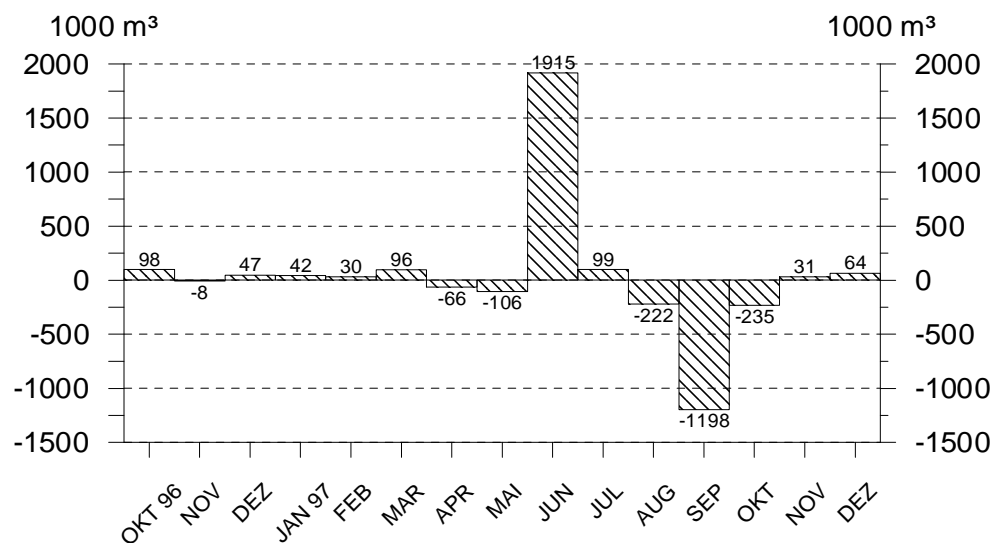


Abb. 14: Abweichungen der monatlichen Abflußhöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 1996/97 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte am 17. August den Vollstau. Der Zufluß im hydrologischen Jahr 1995/96 lag mit 15,8 Mio. m³ etwas über dem langjährigen Mittel 1942 bis 1997. Die Jahres-Abflußhöhe betrug 2.991 mm (Mittel 1942-97 2854 mm).

In Abb. 13 sind die monatlichen Abflußhöhen, in Abb. 14 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 1996/97 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Im Winterhalbjahr waren die Abflußwerte durchwegs normal, lediglich der März zeigte einen überdurchschnittlich hohen Abfluß. Das Sommerhalbjahr begann mit einem unterdurchschnittlichen Abfluß im April. Der Juni wies hingegen einen extrem hohen Abflußwert (4,841 gegenüber 2,926 Mio. m³), was einem 65% höheren Abfluß als im Mittel entspricht. Nachdem Juli und August durchschnittliche Werte aufwiesen, blieb der September deutlich hinter den Erwartungen zurück (nur 0,758 gegenüber 1,956 Mio. m³, was nur 39% des mittleren Abflusses der Jahre 1942 bis 1997 entspricht).

4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 1996/97 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee

Das (natürliche) Einzugsgebiet des Speichers Weißsee hat 5,3 km² (die ÖBB verwenden bei ihren Berechnungen 5,4 km²), die mittlere Gebietshöhe ist 2.570 m, das Einzugsgebiet ist zu etwa 1/3 vergletschert, wobei das Sonnblickkees 28% (1.504 km²) ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Wasserhaushaltsgleichung $N = A + V + (R - B)$ mit den berechneten und geschätzten Beträgen für 1996/97 und der Fehlerschätzung (Tabelle 9).

	spezifisch (in mm)	absolut (in m ³)	geschätzter Fehler
Niederschlag	3565	18894500	+/- 8%
Abfluss	2991	15851000	+/- 5%
Verdunstung	350	1855000	+/- 25%
Bilanz SSK	89	472000	+/- 5%
Bilanz Weißseekees	13	70000	+/- 30%
Firnflecken	-	-	-
Altschneeflecken	122	650000	+/- 30%

Tab. 9: Abschätzung der hydrologischen Bilanz im Einzugsgebiet Weißsee

Die Niederschlagshöhe für das 5,3 km² große Einzugsgebiet des Speichers Weißsee beträgt 3.565 mm +/- 8 %. Der Gletscherrückhalt war 224 mm oder 1,192 Mio. m³, das sind etwa 6,2 %.

Berechnet man aus den Niederschlagssummen der Totalisatoren Weißsee und Sonnblickkees (für den Totalisator Kalser Törl liegt wegen fehlender Monatsmesswerte kein Jahreswert vor) sowie dem Ombrometer Rudolfshütte den „mittleren Jahres-Gebietsniederschlag“ im Einzugsgebiet Weißsee, erhält man für 1996/97 2.363 mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 3.565 mm ist dies um 1.107 mm zu wenig. Das bedeutet, daß die Totalisatoren im Mittel um 31 % zu wenig anzeigten (im Vorjahr: 29 %).

5. Überblick über die Massenbilanz - Meßreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1964-1997

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 34 Massenbilanzen waren 18 positiv und 16 negativ. Von 1964 bis 1997 betrug die kumulative Massenbilanz -6,83 Mio. m³ oder -4,6 m spezifische Bilanz. Der Massenzuwachs von 1965 bis 1981 betrug 9,836 Mio. m³ (Spez. Bilanz: 5,5 m); seit 1982 wurden -15,3 Mio. m³ (Spez. Bilanz: -9,4 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -9,1 Mio. m³ oder -6,1 m spez. Bilanz. Da die letzten drei Bilanzjahre leicht positiv – leicht negativ – leicht positiv endeten, ist zumindest von einer Unterbrechung des starken Massenabbaues, der seit 1982 vor sich ging, zu sprechen.

Nachdem der Eisrand von Beginn der Messungen 1960 bis 1964 19 m zurückgeschmolzen war, stieß das SSK bis 1981 17,3 m vor. Seit 1981 verlor der Gletscher insgesamt 33,9 m an Länge.

Dank

Die Wasser- und Eishaushaltsmessungen am Stubacher Sonnblickkees bzw. im Einzugsgebiet der Speicher im Stubbachtal werden im Auftrag des Hydrographischen Zentralbüros beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft über den Hydrographischen Dienst in Salzburg durchgeführt.

Die Betreuung des Totalisator-Meßnetzes erfolgt durch R. Winter, Uttendorf. - Die Abflußdaten stellten die ÖBB zur Verfügung. - Die Wetterdaten stammen von der Station Rudolfshütte bzw. von der Wetterdienststelle Salzburg, die Station wurde vor allem von M. Soriat, A. Theuermann, S. Aigner, A. Slapschy und Ch. Hofstätter betreut. - Verschiedene freiwillige Mitarbeiter halfen bei den Feldarbeiten (z. B.: P. Geissler, N. und B. Slupetzky, P. Schatzl, G. Seitlinger).

Der Eisenbahner-Sportverein ermöglichte die Unterbringung in der Erich Steinböck Hütte am Weißsee. - Als Stützpunkt wurde auch die Hochgebirgsforschungsstelle Rudolfshütte der Universität Salzburg benutzt. Herr H. Gregoritsch gewährte Ermäßigungen im Alpinzentrum Rudolfshütte und stellte bei Bedarf die Infrastruktur des Alpinzentrums zur Verfügung. - Die Gletscherbahnen Weißsee gewährten mehrere Freikarten.

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

Univ.-Prof. Dr. Heinz Slupetzky
Institut für Geographie der Universität Salzburg,
Abteilung für Schnee- und Gletscherkunde
Hellbrunnerstraße 34
A-5020 Salzburg

Mag. Gerhard Ehgartner
Fa. GEOID
Tiefgraben 420/43
A-5310 Mondsee