

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

Ergebnisbericht für 1996

Zusammenfassung

Das Haushaltsjahr 1995/96 - das 33. Meßjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 - schloß mit einer leicht negativen Bilanz von $-24,5 \text{ g/cm}^2$ mittlerer spezifischer Nettobilanz oder $-0,369 \text{ Mio. m}^3$ Netto-Massenverlust ab. Das Haushaltsende war schon am 31.8. 1996. In den 33 Jahren waren 17 Haushaltsjahre positiv und 16 negativ, seit 1982 waren von den 15 Haushaltsjahren 12 negativ. Die Gleichgewichtslinie lag am 31.8.1996 am Ende des Haushaltsjahres in 2.780 m Seehöhe, um 59 m unterhalb des Mittels 1982 bis 1996 (2.839 m).

Das Jahresmittel der Temperatur an der Station Rudolfshütte lag im hydrologischen Jahr 1995/96 bei $-0,6^\circ\text{C}$ und war damit genau im Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1996. Der Niederschlag war mit 2.059 mm etwa 5% unter dem Mittelwert 1981 bis 1996 von 2.168 mm. Der Niederschlag 1995/96 aus den sechs Totalisatoren und dem Ombrometer Rudolfshütte war im Mittel 1.853 mm und lag mit 91% nahe dem langjährigen Mittel (2.033 mm, 1964-1996).

Das Temperaturmittel in der Hauptablationsperiode Juni bis September betrug $5,3^\circ\text{C}$ und war damit $-0,6^\circ\text{C}$ unter dem Mittel 1980 bis 1995 von $5,9^\circ\text{C}$. Der Frühling war deutlich zu warm, dagegen der Sommer im Gebirge etwas zu kühl.

Der Zufluß in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 1995/96 13,2 Mio. m^3 und betrug damit nur 88% des langjährigen Mittels. Die Jahresabflußhöhe belief sich auf 2.498 mm (das Mittel 1942 bis 1996 beträgt 2.852 mm). Aus der Wasserhaushaltsgleichung läßt sich eine Jahresniederschlagshöhe im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee für 1995/96 von $2.814 \text{ mm} \pm 8\%$ abschätzen. Die Gletscherspende betrug ca. 2,2 %.

1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 1995/96

In diesem Jahr wurde zum 33. mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 16 mal über die maximale Ausaperung).

1.1. Witterungsverlauf 1995/96

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 1995/96 folgendes Bild:

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

Das Jahresmittel der Temperatur lag im hydrologischen Jahr 1995/96 bei $-0,6^{\circ}$ und war somit genau im Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1996. Das Winterhalbjahr lag mit $-4,8^{\circ}$ knapp über dem Mittelwert von $-5,2^{\circ}$, das Sommerhalbjahr mit $+3,7^{\circ}$ im Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1996.

Auf den deutlich zu warmen Oktober ($4,0^{\circ}$ über dem Mittelwert) folgte ein kalter November mit einem Monatsmittel von $-5,2^{\circ}$. Der Dezember war durchschnittlich kalt. Bevor im Februar und März sehr tiefe Temperaturen gemessen wurden, trat im Januar eine positiven Temperaturabweichung von $+2,7^{\circ}$ auf. Trotz der stark abweichenden Einzelmonatswerte blieb der Winter annähernd durchschnittlich temperiert. Das Sommerhalbjahr begann mit durchwegs zu warmen Frühjahrsmonaten ($+1,0^{\circ}$ im April, $+1,6^{\circ}$ im Mai und $+3,1^{\circ}$ im Juni). Der Sommer selbst begann etwas zu kalt, die Hochsommermonate Juli und August lagen knapp unter dem langjährigen Mittelwert. Der September war mit $+0,4^{\circ}$ Monatsmittel und $-4,2^{\circ}$ Abweichung gegenüber dem Durchschnitt wohl einer der kältesten der Meßperiode.

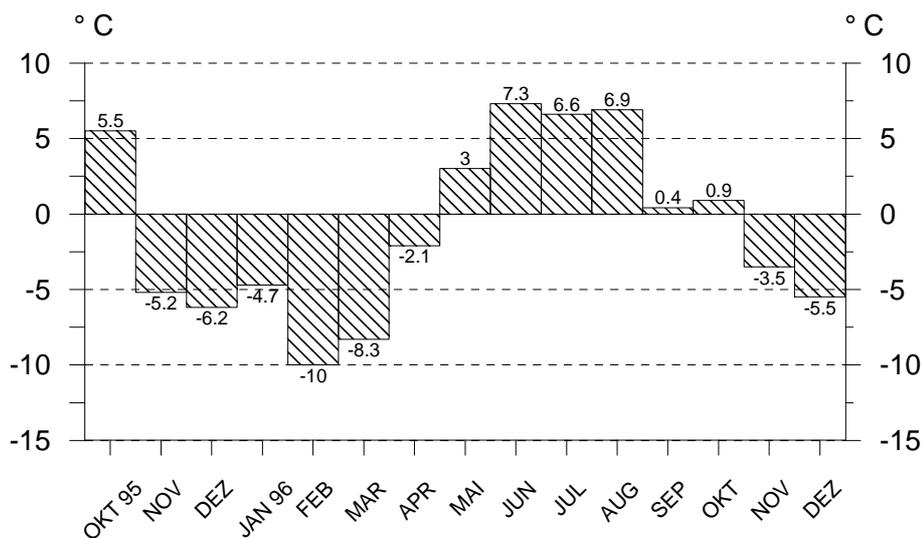


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 1995/96 an der Station Rudolfshütte (°C)



Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur vom Mittel 1980-96 (°C).

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

Die Niederschläge im hydrologischen Jahr 1995/96 lagen mit 2.059 mm (gemessen am Ombrometer der Station Rudolfshütte) etwa 5% unter dem Durchschnitt der Jahre 1981-1996 (2.168 mm).

Der hydrologische Winter war mit einer Niederschlagssumme von 655 mm deutlich zu trocken (Mittelwert 862 mm), der Sommer konnte mit überdurchschnittlich viel Niederschlag (1.404 mm gegenüber 1.306 im Mittel) nur einen Teil davon kompensieren.

Im Winter fielen die Monate Oktober und Januar als besonders trockene Monate mit Abweichungen von -84 respektive -116 mm gegenüber dem Mittelwert aus dem Rahmen. Nur der November war leicht überdurchschnittlich feucht. Die Spätwintermonate Februar und März waren wieder etwas zu trocken.

Nach einem trockenen April (-46 mm) wies der Mai einen deutlich zu hohen Niederschlag auf (+90 mm). Der Früh- und der Hochsommer (Juni bis August) waren durchwegs zu trocken, ehe der September mit einem Monatsniederschlag von 307 mm stark über dem langjährigen Mittel lag.

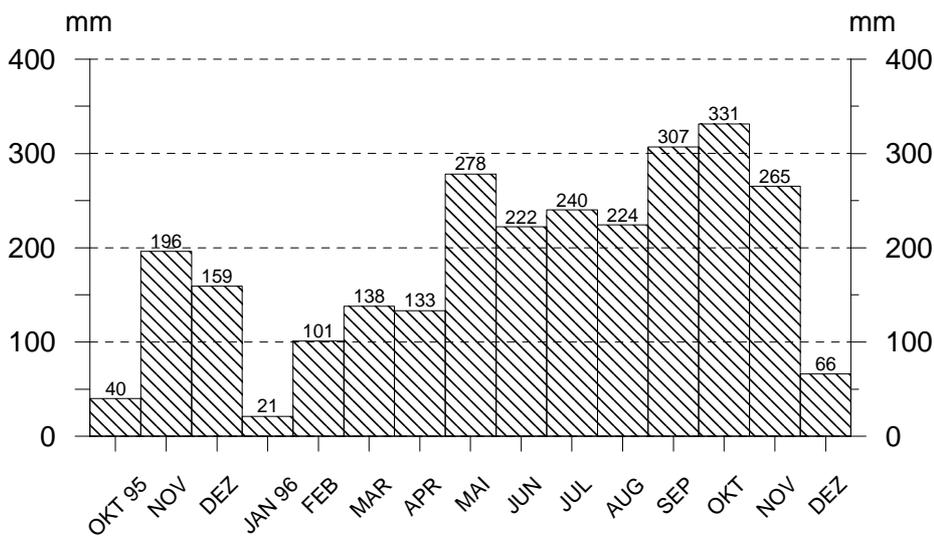


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlages 1995/96 an der Station Rudolfshütte (in mm)

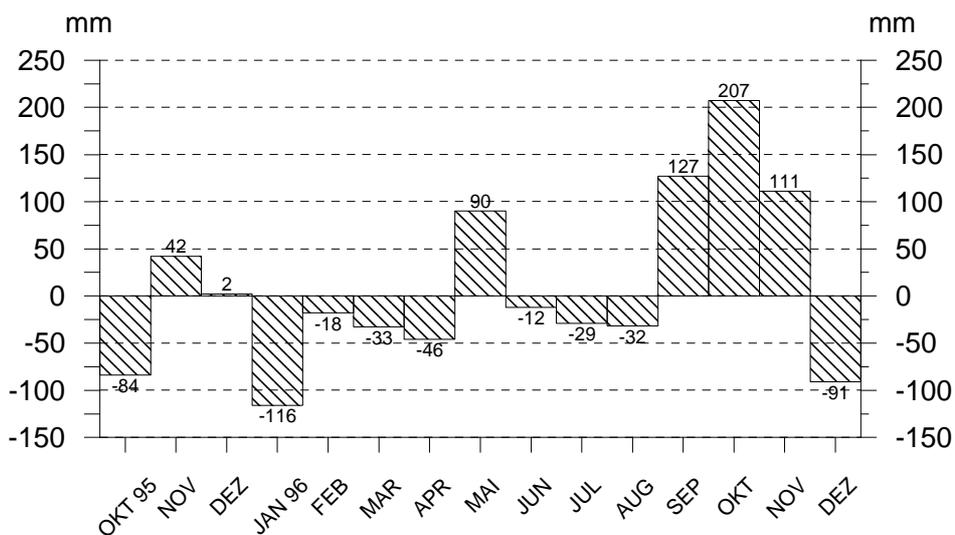


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlages vom Mittel 1964-96 (in mm)

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

Am 1. Oktober lag fast dreimal so viel Schnee wie zu diesem Zeitpunkt im Mittel zu erwarten wäre (80 cm gegenüber 31 cm im Mittel). Die Schneehöhe blieb dann bis zum 1. Januar durchschnittlich. Nach dem 1. Februar wurden deutlich zu niedrige Schneehöhen verzeichnet. Die Messung am 1. Mai ergab mit -183 cm gegenüber dem Mittelwert der Jahre 1980 bis 1996 die größte Abweichung des Meßjahres und gleichzeitig die geringste Schneedeckenhöhe (260 cm) seit 1980. Auch über die gesamte Ablationsperiode hinweg waren die Schneehöhen deutlich zu niedrig (zB etwa am 1. Juli: -145 cm). Die insgesamt äußerst unternormalen Schneehöhen zeigten sich auch sehr deutlich in der Tatsache, daß in diesem Meßjahr am Unteren Boden des SSK zu keinem Zeitpunkt mehr als 300 cm Schnee lagen.

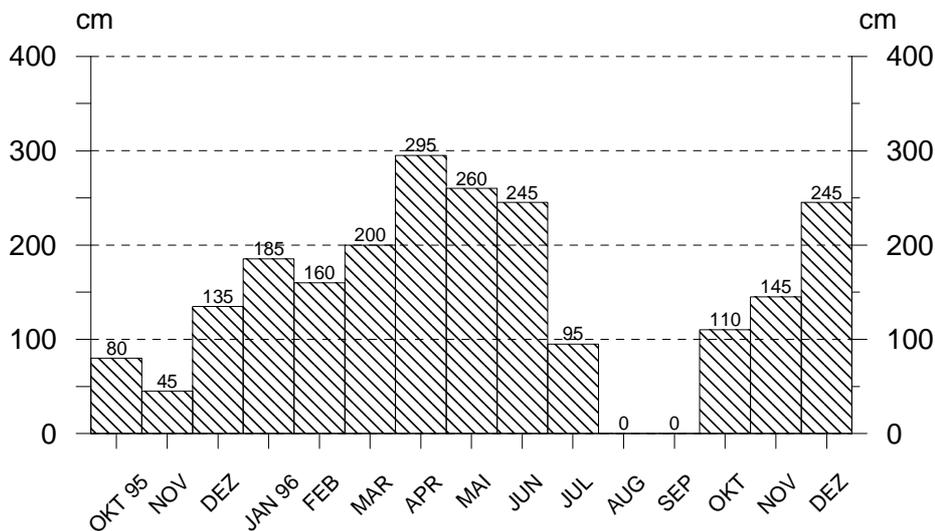


Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 1995/96 (gemessen am 1. jeden Monats)

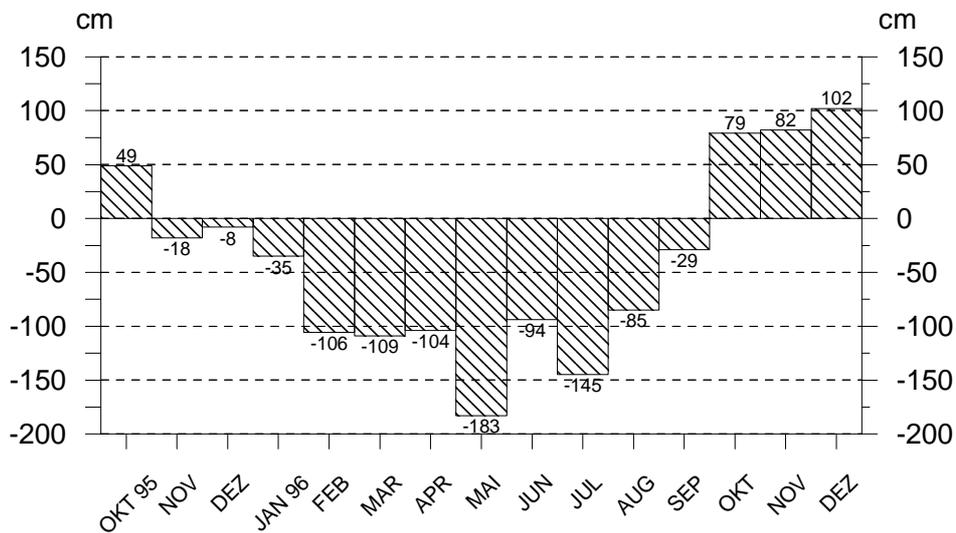


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) vom Mittel der Jahre 1980 - 1996.

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

Der Oktober 1995 wies mit 48,6% einen deutlich zu geringen Anteil an Festniederschlag auf. Der Frühsommer zeigte im Mai mit -13,7% und im Juni mit -18,9% deutlich zu geringe Anteile an Festniederschlag. Auch der August lag mit -12,1% unter dem Durchschnitt. Der extrem kalte und feuchte September wies mit 84,9% Festniederschlagsanteil einen mehr als doppelt so hohen Anteil auf als zu erwarten wäre.



Abb. 7: Anteil des festen Niederschlages 1995/96 an der monatlichen Gesamtniederschlagsmenge

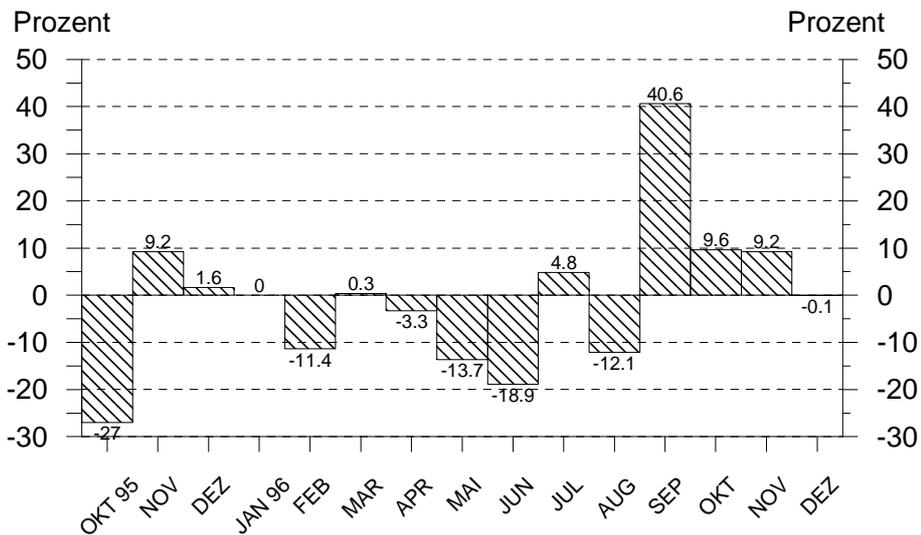


Abb. 8: Abweichung des Anteiles am monatlichen Festniederschlag 1995/96 vom langjährigen Mittel 1980 - 1990

| | Temperatur | Mittelwerte | Niederschlag | Mittelwerte |
|--------------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| | 1995/96 | 1980-1996 | 1995/96 | 1981-96 |
| Oktober 1995 | 5,5 | 1,5 | 40 | 124 |
| November | -5,2 | -3,6 | 196 | 154 |
| Dezember | -6,2 | -6,0 | 159 | 157 |
| Januar 1996 | -4,7 | -7,4 | 21 | 137 |
| Februar | -10,0 | -8,2 | 101 | 119 |
| März | -8,3 | -6,1 | 138 | 171 |
| April | -2,1 | -3,1 | 133 | 179 |
| Mai | 3,0 | 1,4 | 278 | 188 |
| Juni | 7,3 | 4,2 | 222 | 234 |
| Juli | 6,6 | 7,4 | 240 | 269 |
| August | 6,9 | 7,5 | 224 | 256 |
| September | 0,4 | 4,6 | 307 | 180 |
| Oktober | 0,9 | 1,5 | 331 | 124 |
| November | -3,5 | -3,6 | 265 | 154 |
| Dezember | -5,5 | -6,0 | 66 | 157 |
| Hydr. Winter | -4,8, | -5,2 | 655 | 862 |
| Hydr. Sommer | 3,7 | 3,7 | 1404 | 1306 |
| Hydr. Jahr 1995/96 | -0,6 | -0,7 | 2059 | 2168 |
| Kalenderjahr 1996 | -0,8 | -0,7 | 2272 | 2168 |

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 1995/96 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw. 1981) bis 1996

| | Schneehöhen | Mittelwert | Anteil | Mittelwert |
|--------------|-------------|------------|---------|-------------|
| | 1995/96 | 1980-96 | 1995/96 | 1980 - 1990 |
| Oktober 1995 | 80 | 31 | 48,6 | 75,6 |
| November | 45 | 63 | 100,0 | 90,8 |
| Dezember | 135 | 143 | 100,0 | 98,4 |
| Januar 1996 | 185 | 220 | 100,0 | 100,0 |
| Februar | 160 | 266 | 88,5 | 99,9 |
| März | 200 | 309 | 100,0 | 99,7 |
| April | 295 | 399 | 95,3 | 98,6 |
| Mai | 260 | 443 | 57,5 | 71,2 |
| Juni | 245 | 339 | 30,7 | 49,6 |
| Juli | 95 | 240 | 30,6 | 25,8 |
| August | - | 85 | 12,3 | 24,4 |
| September | - | 29 | 84,9 | 44,3 |
| Oktober | 110 | 31 | 85,2 | 75,6 |
| November | 145 | 63 | 100,0 | 90,8 |
| Dezember | 245 | 143 | 98,3 | 98,4 |

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnblickkees (Unterer Boden 2.530 m) im hydrologischen Jahr 1995/96 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 - 1996 (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 1995/96 an der Station Rudolfshütte:

Das Winterhalbjahr (-4,8 °C) war um 0,4 °C zu warm, der Niederschlag mit 665 mm deutlich unter dem Durchschnitt. Der Sommer war mit 3,7 °C durchschnittlich temperiert (1980 bis 1996 +3,7 °C). Das Sommerhalbjahr war etwas zu feucht, die Summe betrug 1.404 mm (Mittelwert 1981 bis 1996 1.306 mm). - Das Jahresmittel der Temperatur lag im hydrologischen Jahr 1995/96 bei -0,6 °C und war damit etwa im Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1996. - Der Niederschlag (am Ombrometer Rudolfshütte) lag mit 2.059 mm etwa 100 mm unter dem Mittel der Jahre 1981 bis 1996 von 2.168 mm. Das Temperaturmittel in der Hauptablationsperiode Juni bis September betrug 1995 5,3 °C und war damit 0,6 °C unter dem Mittel 1980 bis 1996 von 5,9 °C.

1.2. Berechnung der Massenbilanz 1995/96

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 die 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 mit einer Mittelformatkamera festgehalten. Dabei sollte wiederum ein möglichst nahe der maximalen Ausaperung liegender Stand dokumentiert werden, um damit die Akkumulations- und Ablationsflächen auswerten zu können. Fotos wurden am 10. und 20. August (Abb. 9) sowie 4. September gemacht.

Da keine Fotos von den höhergelegenen Teilen des Nährgebietes gemacht worden waren, wurde versucht, Bergsteiger, die sich in das Hüttenbuch der Rudolfshütte mit Angabe von Touren in der Umgebung eingetragen hatten, anzusprechen. In einem Fall konnten dadurch Fotos vom 30. August aufgetrieben werden, sodaß die maximale Ausaperung zufriedenstellend erfaßt werden konnte.

Auch heuer stellte es sich als wichtig heraus, die Ausaperung ab Ende August festzuhalten, da die Schneefälle ab 31.8. das SSK nicht mehr schneefrei werden ließen.

Mit den Fotos und der Kartierung wurde unter Zuhilfenahme früherer, ähnlicher Ausaperungsstände die Ausaperung für den 31. August 1996 bestimmt und die Karte der maximalen Ausaperung gezeichnet (Abb. 10).



Abb. 9: Das Sonnblickkees gegen die Granatspitze am 20.08.1996 (Foto: H. Slupetzky)

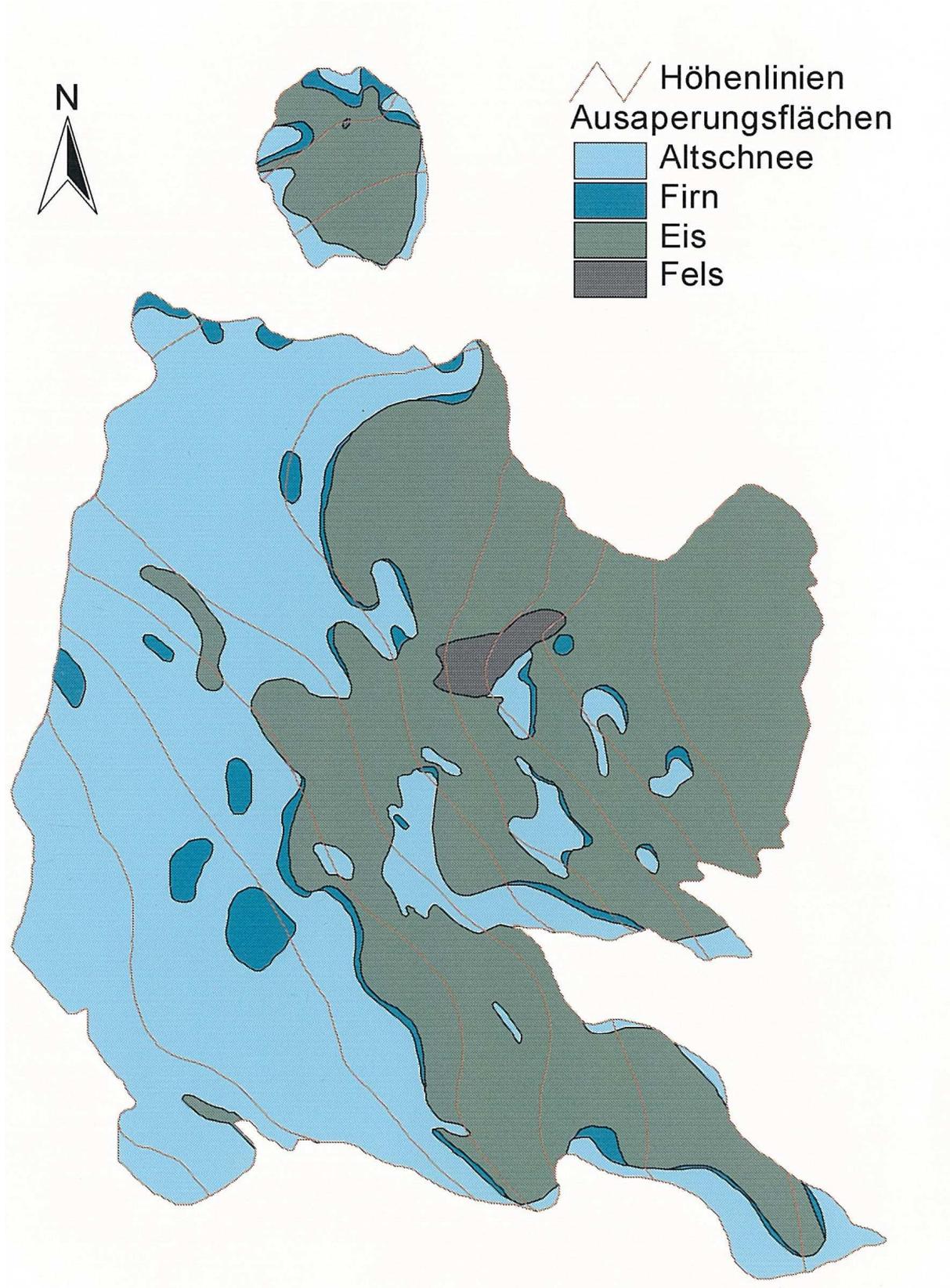


Abb. 10: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblickkeeses am 31.08.1996

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 |
| 2900-2950 | 4809 | 5310 | 9763 | 15073 | 19882 |
| 2850-2900 | 4149 | 702 | 23781 | 24483 | 28633 |
| 2800-2850 | 6278 | - | 15606 | 15606 | 21884 |
| Gesamt FK | 15237 | 6012 | 49150 | 55163 | 70399 |
| Sonnblickkees | | | | | |
| | | | | | |
| Höhenstufe | Altschnee | Firn | Eis | Firn+Eis | Summe |
| 3000-3050 | 8336 | - | - | - | 8336 |
| 2950-3000 | 107022 | - | 2047 | 2047 | 109069 |
| 2900-2950 | 160347 | 17890 | - | 17890 | 178237 |
| 2850-2900 | 112949 | 13244 | 39169 | 52412 | 165361 |
| 2800-2850 | 51568 | 1949 | 106227 | 108175 | 159743 |
| 2750-2800 | 172523 | 6923 | 72823 | 79746 | 252269 |
| 2700-2750 | 60532 | 10356 | 160631 | 170986 | 231518 |
| 2650-2700 | 17816 | 2412 | 70481 | 72892 | 90708 |
| 2600-2650 | 10311 | 1428 | 47975 | 49403 | 59714 |
| 2500-2550 | 5669 | 2395 | 171684 | 174080 | 179749 |
| Gesamt SK | 707089 | 56596 | 671038 | 727634 | 1434722 |
| Sonnblickkees und Filleckkees | | | | | |
| | | | | | |
| Höhenstufe | Altschnee | Firn | Eis | Firn+Eis | Summe |
| 3000-3050 | 8336 | - | - | - | 8336 |
| 2950-3000 | 107022 | - | 2047 | 2047 | 109069 |
| 2900-2950 | 165155 | 23200 | 9763 | 32963 | 198119 |
| 2850-2900 | 117099 | 13946 | 62950 | 76896 | 193994 |
| 2800-2850 | 57846 | 1949 | 121832 | 123781 | 181627 |
| 2750-2800 | 172523 | 6923 | 72823 | 79746 | 252269 |
| 2700-2750 | 60532 | 10356 | 160631 | 170986 | 231518 |
| 2650-2700 | 17816 | 2412 | 70481 | 72892 | 90708 |
| 2600-2650 | 10311 | 1428 | 47975 | 49403 | 59714 |
| 2500-2550 | 5669 | 2395 | 171684 | 174080 | 179749 |
| Gesamt | 722325 | 62608 | 720189 | 782796 | 1505121 |

Tab. 3: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m² (Stand der Ausaperung: 31.08.1996)

1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 1995/96 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 1995/96 folgende Massenbilanzwerte:

Spezifische Nettoakkumulation: $b_c = +18,1 \text{ g/cm}^2$

Spezifische Nettoablation: $b_a = -42,6 \text{ g/cm}^2$

Mittl. spez. Nettobilanz: $b = -24,5 \text{ g/cm}^2$

Die Massenbilanz des SSK 1995/96 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

| | | | | | | |
|----------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|------------------|
| $S_c \text{ km}^2$ | $b_c \text{ g/cm}^2$ | $B_c \text{ 10}^6\text{m}^3$ | $S_a \text{ km}^2$ | $b_a \text{ g/cm}^2$ | $B_a \text{ 10}^6\text{m}^3$ | $S \text{ km}^2$ |
| 0,722 | 18,1 | 0,272 | 0,783 | -42,6 | -0,641 | 1,505 |
| | | | | | | |
| $B \text{ 10}^6\text{m}^3$ | $b \text{ g/cm}^2$ | S_c/S | S_c/S_a | GW | natürliches Haushaltjahr | |
| -0,369 | -24,5 | 0,480 | 0,923 | 2.780 | 28.08.95 - 31.08.96 | |

(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 $-24,5 \text{ g/cm}^2$ einen leicht negativen Haushalt. Die Begründung für die Bilanz liegt darin, daß

1. die winterliche Schneedecke deutlich unternormal war (nur 260 cm am 1. Mai am unteren Boden des SSK)
2. die Abschmelzung der Winterschneedecke schon im Mai begann, und
3. die geringe Altschneedecke im ungewöhnlich warmen Juni rasch, bis in große Höhen, abgebaut wurde, sodaß der Gletscher Ende Juni schon relativ stark ausgeapert war.

Die Schneefälle Ende Juni, Anfang Juli unterbrachen die Abschmelzung. Im August setzte sich die Ablation fort, sodaß der negative Haushalt schon feststand, als die durchgehend kühle Wetterphase ab 25. August dazu beitrug, daß die Bilanz nicht noch stärker negativ wurde. Der außergewöhnlich kalte September ($-4,2^\circ$ Abweichung) verkürzte die Ablationsperiode, das Haushaltsjahr endete neuerlich sehr früh.

1.3. Ergebnisse der Längenmessungen

Das Gletscherende des SSK wurde am 30.8.1996 von 15 Meßmarken aus nachgemessen (Längenmessungen im Rahmen des OeAV-Meßprogrammes). Für 1995/96 ergab sich ein mittlerer Änderungsbetrag von $-2,0 \text{ m}$.

2. Niederschlagswerte 1995/96 bzw. 1996 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.

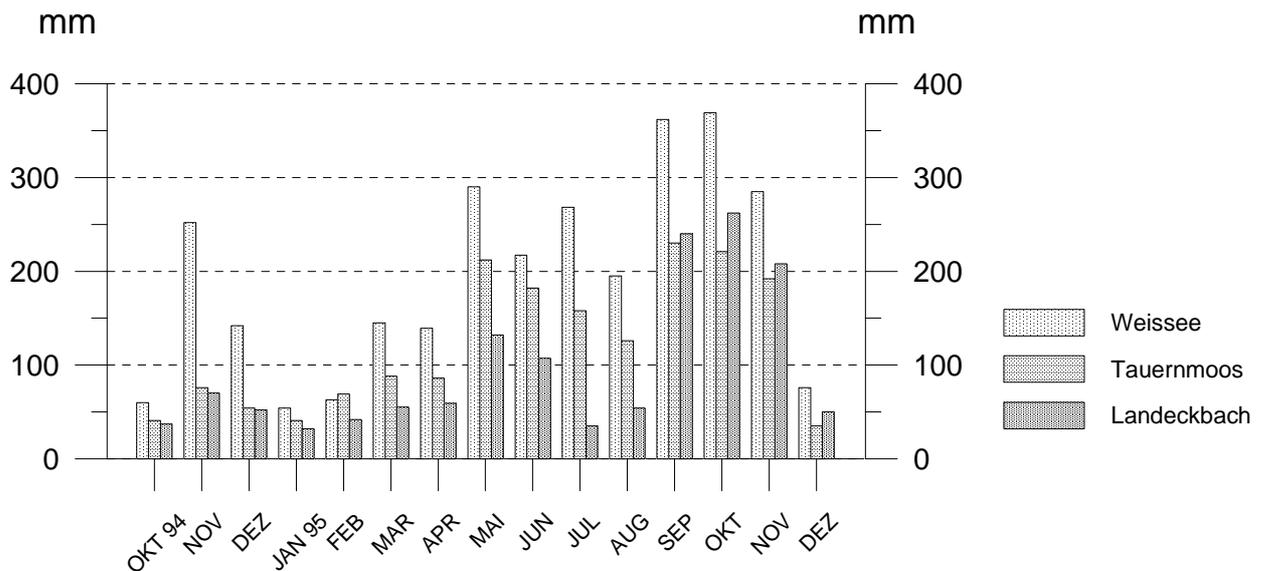


Abb. 11: Monatsniederschlag 1996 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

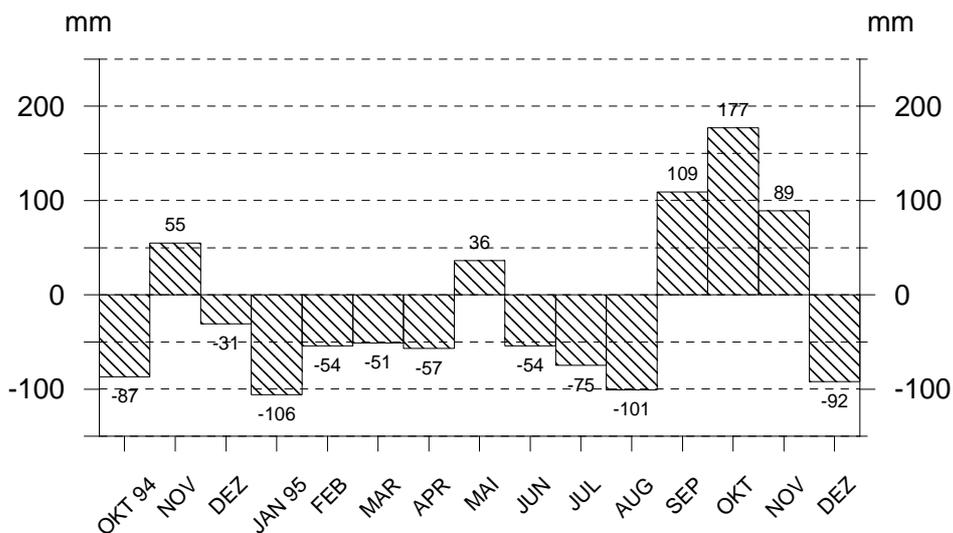


Abb. 12: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weißsee, Kalser Tauern und Sonnblickkees vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 1996) in mm

| | WS | KT | SK | TM | LB | BS | RH |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2.270m | 2.390m | 2.510m | 2.040m | 2.040m | 2.040m | 2.304m |
| | | | | | | | |
| Oktober 1995 | 60 | 42 | 56 | 41 | 41 | 37(-100) | 40 |
| November | 252 | 195 | 189 | 76 | 57 | 70 | 196 |
| Dezember | 142 | 79 | 126 | 54 | 63 | 52 | 159 |
| Januar 1996 | 54(-125) | 47 | 48 | 41 | 44 | 32 | 21(-116) |
| Februar | 63 | 75 | 56 | 69 | 56 | 42 | 101 |
| März | 145 | 120 | 93 | 88 | 85 | 55 | 138 |
| April | 139(-109) | 171 | 130 | 86 | 81 | 59 | 133 |
| Mai | 290 | 274 | 226 | 212 | 218 | 132 | 278 |
| Juni | 217 | 211 | 192 | 182 | 189 | 107 | 222 |
| Juli | 268 | 234 | 118(-158) | 158 | 152 | 35(-185) | 240 |
| August | 195 | 214 | 104(-166) | 126(-106) | 130 | 54(-138) | 224 |
| September | 362(+152) | 302(+101) | 264 | 230 | 217 | 240 | 307(+126) |
| Oktober | 369(+216) | 309(+171) | 270(+143) | 221(+104) | 246(+109) | 262(+147) | 331(+207) |
| November | 285 | 254 | 223 | 192 | 207 | 208 | 265(+111) |
| Dezember | 76(-106) | 69 | 57 | 35 | 52 | 50 | 66 |
| Kalenderjahr 1996 | 2463 | 2280 | 1781 | 1640 | 1276 | 1677 | 2272 |
| hydr. Jahr 1995/96 | 2187 | 1964 | 1602 | 1363 | 915 | 1333 | 2059 |
| hydr. Sommer 96 | 1471 | 1406 | 1034 | 994 | 627 | 987 | 1404 |
| hydr. Winter 95/96 | 716 | 558 | 568 | 369 | 288 | 346 | 655 |

Tab. 4: Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 1995/96 und im Kalenderjahr 1996 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-96 in Klammern. (RH = Ombrometer Rudolfshütte, WS = Totalisator Weißsee, KT = Tot. Kalser Törl, SK = Tot. Sonnblickkees, TM = Tot. Tauernmoos, LB = Tot. Landeckbach, BS = Tot. Beileitung Süd)

| | 1996 | 1964-96 | Abweichungen | % |
|-----------------------------------|------|---------|--------------|-----|
| | | | | |
| Tot.Weißsee (2.270m) | 2463 | 2628 | -165 | 94 |
| Tot.Kalser Törl (2.390 m) | 2280 | 2326 | -46 | 98 |
| Tot.Sonnblickkees (2.510 m) | 1781 | 2119 | -338 | 84 |
| Tot.Tauernmoos (2.040 m) | 1640 | 1812 | -172 | 91 |
| Tot.Landeckbach (2.040 m) | 1276 | 1644 | -368 | 78 |
| Tot.Beileitung Süd (2.040 m) | 1677 | 1671 | +6 | 100 |
| Ombr.Rudolfshütte (2.304 m) | 2272 | 2353 | -134 | 106 |
| | | | | |
| "Mittel der 6 Totalisatoren" 1996 | 1853 | 2033 | -180 | 91 |

Tab. 5: Jahressummen des Niederschlages im Kalenderjahr 1996 (in mm), Abweichungen vom Mittel 1964 (bzw. 1981) bis 1996 und relativ zum Mittelwert (Prozent).

Die Jahressummen der Niederschläge an den Totalisatoren (einschließlich des Ombrometers Rudolfshütte) waren im Verhältnis zum Mittelwert der Jahre 1964 (bzw. 1981) bis 1996 stark unterschiedlich. Die Totalisatoren Sonnblickkees und Landeckbach zeigten erheblich unterdurchschnittlichen Niederschlag an (-16 bis -22%), die Totalisatoren Weißsee und Tauernmoos deutlich zu wenig (im Bereich von -6 und -9% gegenüber dem Mittelwert). Die Jahresniederschlagswerte der Totalisatoren Kalser Törl und Beileitung Süd lagen im Durchschnitt.

Das Maximum der Monatssummen trat im hydrologischen Jahr bei allen Meßstellen im September 1996 auf. Am Totalisator Weißsee wurde in diesem Monat ein Wert von 362 mm gemessen, was einem Mehrniederschlag von 152 mm gegenüber dem Mittelwert entspricht. Als besonders trockene Monate fallen Januar, Juli und August auf.

3. Der Abfluß 1995/96 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):

| | 1995/96 | 1942-96 | % vom Mittel | | 1995/96 | 1942-96 | % vom Mittel |
|--------------|---------|---------|--------------|-------------------|---------|---------|--------------|
| | | | | | | | |
| Oktober 1995 | 716 | 662 | 108 | Juli | 3.204 | 4.299 | 75 |
| November | 297 | 177 | 168 | August | 2.807 | 3.718 | 76 |
| Dezember | 138 | 107 | 129 | September | 625 | 1.978 | 31 |
| Januar 1996 | 146 | 116 | 126 | Oktober | 756 | 662 | 114 |
| Februar | 122 | 82 | 149 | November | 169 | 177 | 96 |
| März | 112 | 80 | 140 | Dezember | 155 | 107 | 145 |
| April | 228 | 130 | 175 | | | | |
| Mai | 981 | 880 | 112 | Hyd. Jahr 1995/95 | 13.238 | 15.118 | 88 |
| Juni | 3.862 | 2.892 | 134 | Kalenderjahr 1996 | 13.167 | 15.118 | 87 |

Tab. 8: Monatlicher Abfluß 1995/96 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-1996 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m³).

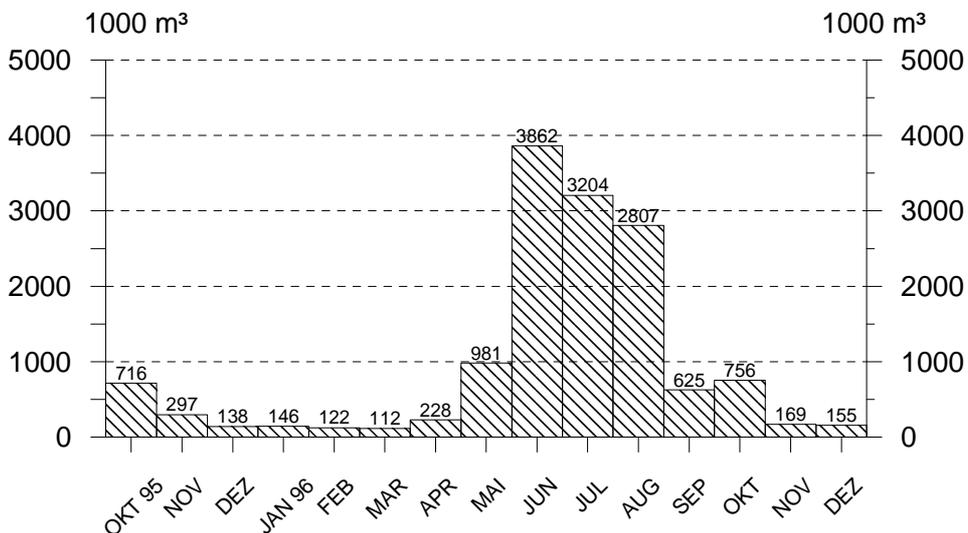


Abb. 13: Monatliche Abflußhöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 1995/96 (in 1000 m³)

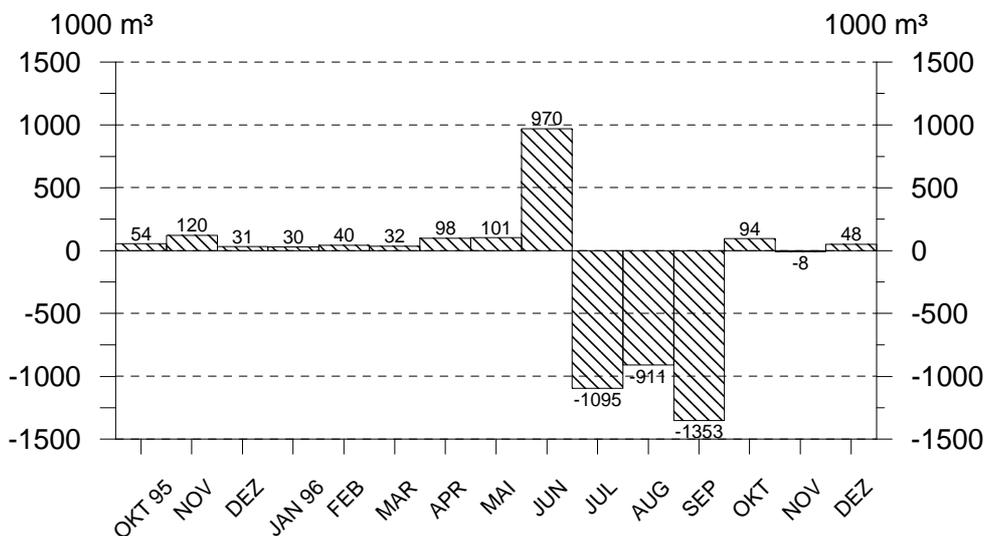


Abb. 14: Abweichungen der monatlichen Abflußhöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 1995/96 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte in diesem Jahr den Vollstau nicht (allerdings wurde der Amertalsee bis Oktober nicht übergeleitet). Der Zufluß im hydrologischen Jahr 1995/96 lag mit 13,2 Mio. m³ deutlich unter dem langjährigen Mittel 1942 bis 1996. Die Jahres-Abflußhöhe betrug 2.498 mm (Mittel 1942 - 96 2852 mm).

In Abb. 13 sind die monatlichen Abflußhöhen, in Abb. 14 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 1995/96 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Im Winterhalbjahr waren die Abflußwerte durchwegs übernormal, wobei relativ betrachtet zum Teil beträchtlich mehr Abfluß beobachtet wurde als im Mittel der Jahre 1942 bis 1996 (zB im November 1995 mit 297 m³ fast 180% des normalen Abflusses). Auch das Sommerhalbjahr begann mit einem entsprechend der hochsommerlichen Wetterphase sehr hohen Abflußwert, im Juni war die Abflußhöhe um fast 1000 m³ mehr als im Mittel.

In den Hoch- und Spätsommermonaten Juli, August und September blieb der Abfluß allerdings stark hinter dem Durchschnitt zurück (Juli -25%, August -24% und September -69(!)% gegenüber dem Mittel der Jahre 1942 bis 1996).

4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 1995/96 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% (1.505 km²) ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Wasserhaushaltsgleichung $N = A + V + (R - B)$ mit den berechneten und geschätzten Beträgen für 1995/96 und der Fehlerschätzung (Tabelle 9).

| | spezifisch (in mm) | absolut (in m ³) | geschätzter Fehler |
|--------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Niederschlag | 2.814 | 14,914.200 | ±8% |
| Abfluss | 2.498 | 13,238.000 | ±5% |
| Verdunstung | 350 | 1,861.000 | ±25% |
| Bilanz SSK | -70 | -368.725 | ±5% |
| Bilanz Weißseekees | -8 | -40.000 | ±30% |
| Firnflecken | -11 | -60.000 | ±30% |
| Altschneeflecken | 334 | 175.000 | ±30% |

Tab. 9: Abschätzung der hydrologischen Bilanz im Einzugsgebiet Weißsee

Die Niederschlagshöhe für das 5,3 km² große Einzugsgebiet des Speichers Weißsee beträgt 2.814 mm ±8 %. Die Gletscherspende war 55 mm oder 0,294 Mio. m³, das sind etwa 2,2 %.

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 1995/96 1.953 mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 2.814 mm ist dies um 861 mm zu wenig. Das bedeutet, daß die Totalisatoren im Mittel um 30 % zu wenig anzeigten (im Vorjahr: 37 %).

5. Überblick über die Massenbilanz - Meßreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1964-1996 (Abb. 15 und 16)

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 33 Massenbilanzen waren 17 positiv und 16 negativ. Von 1964 bis 1996 betrug die kumulative Massenbilanz -7,3 Mio. m³ oder -5,0 m spezifische Bilanz. Der Massenzuwachs von 1965 bis 1981 betrug 9,836 Mio. m³ (Spez. Bilanz: 5,5 m); seit 1982 wurden -15,8 Mio. m³ (Spez. Bilanz: -9,7 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -9,4 Mio. m³ oder -6,4 m spez. Bilanz.

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 34,9 m an Länge.

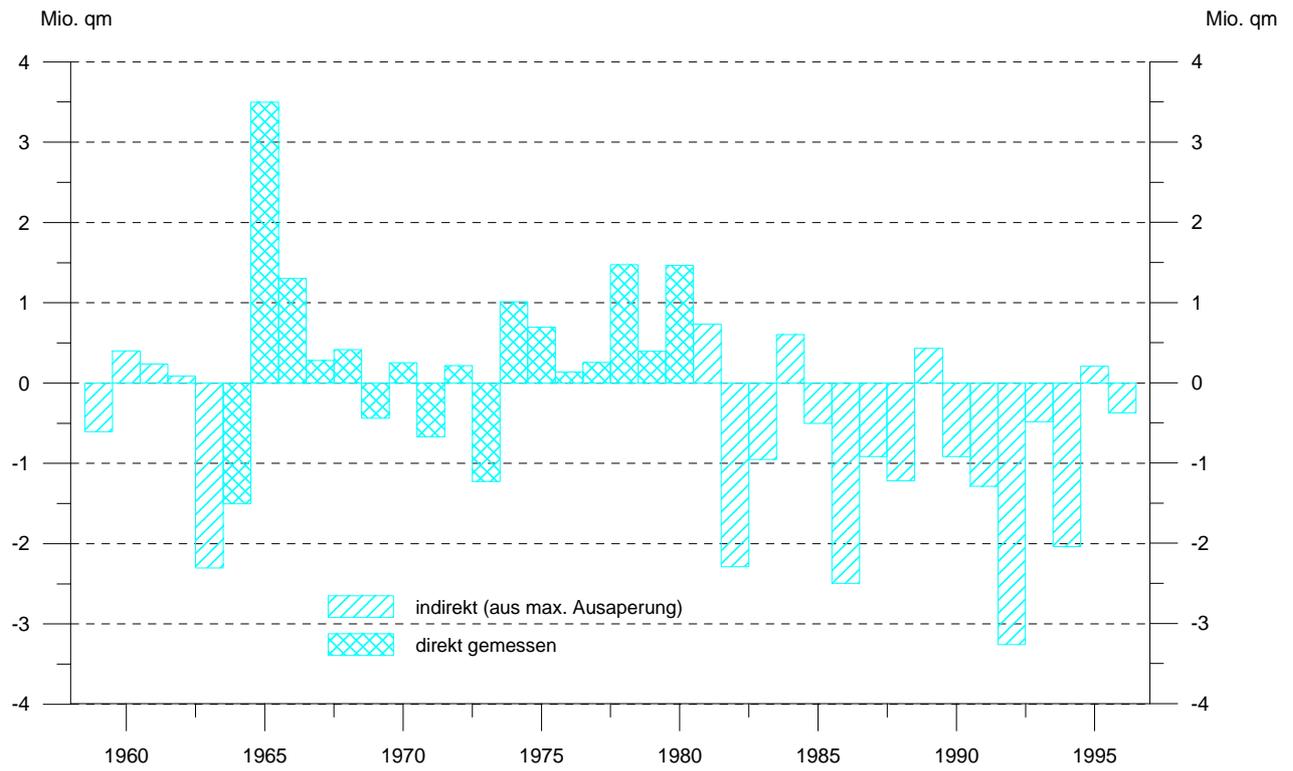


Abb. 15: Massenbilanz des Stubaier Sonnblieckekees von 1955 bis 1996 in Mio. m³

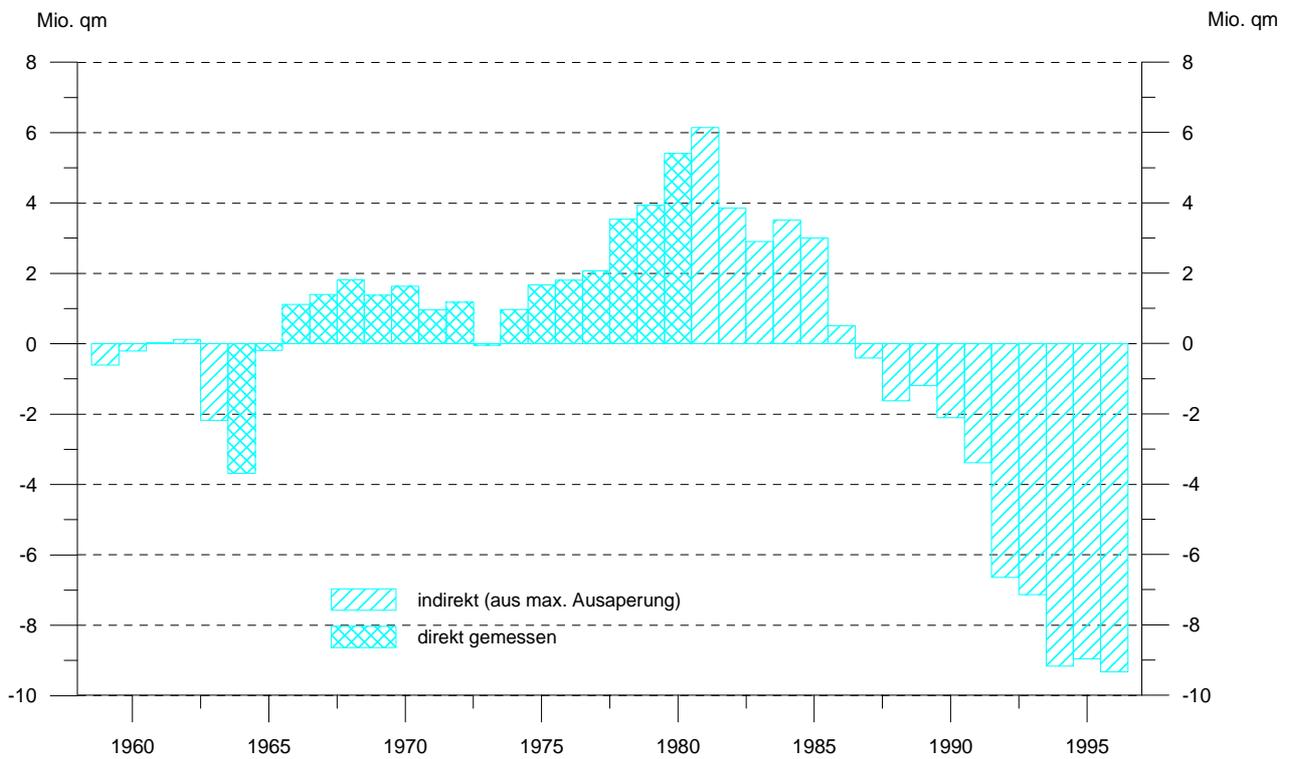


Abb. 16: Kumulative Massenbilanz des Stubaier Sonnblieckekees von 1955 bis 1996 in Mio. m³

Die Wasser- und Eishaushaltsmessungen am Stubacher Sonnblickkees bzw. im Einzugsgebiet der Speicher im Stubachtal 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, W. Gruber, B. Slupetzky).

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. - B. Slupetzky unterstützte die Feldarbeiten in logistischer Hinsicht.

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

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

*Mag. Gerhard Ehgartner
Mitterberg 1
A-4870 Pfaffing /O.Ö.*