

Ao.Univ.-Prof. Dr. Heinz Slupetzky
 Institut für Geographie
 Abteilung für Schnee- und Gletscherkunde

Hellbrunnerstraße 34
 5020 S a l z b u r g

Programm "Wasser- und Eishaushaltsmessungen im Stubachtal"
(Massenbilanzmeßreihe am Stubacher Sonnblickkees)
Bericht für 1987

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	2
1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses	2
2. Meßergebnisse des Niederschlages	9
3. Der Abfluß im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee	13
4. Berechnung bzw. Abschätzung der Hydrologischen Bilanz 86/87im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee	14
5. Überblick über die Massenbilanzmeßreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1958 - 1987	15
 Tabellen:	
Tab. 1a,b Altschnee-, Firn- und Eisflächen des Stubacher Sonnblickkeeses (einschl. Filleckkees) 1987	7
Tab. 1c Flächenwerte in %	8
Tab. 2 Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen 1986/87	9
Tab. 3 Der Zufluß in den Speicher Weißsee 1986/87	13
 Abbildungen:	
Abb. 1 Foto des Stubacher Sonnblickkeeses am 23. 8. 1987	4
Abb. 2 Foto des Weißseekeeses am 27. 9. 1987	5
Abb. 3 Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnblickkeeses am 17. 10. 1987	6
Abb. 4 Übersichtskarte: Niederschlag 1986/87	10
Abb. 5 Niederschlag 1987	11
Abb. 6 Graphik der Monatsniederschlagswerte 1987	12
Abb. 7 Jährliche Schwankungen der Massenbilanz des Stu- bacher Sonnblickkeeses	17
Abb. 8 Aufsummierung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 1958 - 1987	18
Abb. 9 Jährliche Längenänderung des Stubacher Sonn- blickkeeses 1960 - 1987	19
Abb. 10 Kumulative Längenänderung des Stubacher Sonn- blickkeeses 1960 - 1987	20
Abb. 11 Kumulative Längenänderung des Odenwinkel- keeses 1960 - 1987	21
Abb. 12 Kumulative Längenänderung des Unteren Riffel- Keeses 1960 - 1987	22

Zusammenfassung

Der Winter 1986/87 war in der ersten Hälfte niederschlagsarm, in der zweiten jedoch niederschlagsreich bis in das Spätfrühjahr hinaus. Der Niederschlag und der Schneezuwachs waren besonders im Mai sehr hoch (Totalisator Weißsee 486 mm). Der Schneedeckenabbau setzte spät ein, (bis Anfang Juli lag in 2300 m Seehöhe eine geschlossene Schneedecke). Durch den warmen Sommer und insbesondere sehr warmen und sonnenscheinreichen Spätsommer und Herbst wurden die Gletscher wieder stark aper, jedoch nicht so extrem wie im Vorjahr.

Die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses war mit einer spezifischen Nettobilanz von -525 mm wieder deutlich negativ. Seit dem Höhepunkt des Massenzuwachses 1981 wurden zwei positive und fünf negative Hausjahrsjahre verzeichnet; vom Massenzuwachs wurden seitdem 2/3 wieder abgebaut. Als Folge davon ist der Vorstoß an der Gletscherstirn im Auslaufen begriffen.

Der natürliche Zufluß in den Speicher Weißsee war mit fast 21 Mio m³ extrem hoch, es war der zweithöchste in der Meßreihe seit 1942. Der Zufluß betrug rund 140 % des langjährigen Mittels. Im Juli wurde mit 7,7 Mio m³ der höchste monatliche Zufluß in der Meßreihe registriert. Die Abflußhöhe betrug 3941 mm. Aus der Wasserhaushaltsgleichung läßt sich eine Niederschlagshöhe von 3.985 mm abschätzen. Die Gletscherspende betrug 6,5 %. Die Totalisatoren erhielten im Durchschnitt 105,1 % des langjährigen Niederschlagsmittels. Aus der Wasserhaushaltsgleichung wurde ein Niederschlagsdefizit bei den Totalisatorenmessungen von fast 40 % errechnet.

JAHRESBERICHT FÜR 1987

1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 1986/87

Im Jahr 1987 wurde zum 24. Mal die Massenbilanz des Sonnblickkeeses bestimmt. Wie in den vorhergehenden zwei Jahren schloß auch dieses Haushaltsjahr wieder mit einer negativen Massenbilanz; damit setzte sich die Tendenz zu einem Massenabbau der Gletscher seit 1982 fort. Die Ursache läßt sich aus dem Witterungsablauf erklären und beschreiben.

Der Witterungsablauf im hydrologischen Jahr 1986/87

Im Oktober 1986 hatte sich das spätsommerliche, warme Wetter bis 20. 10. fortgesetzt. Erst an diesem Tag begann mit Schneefällen der Winter bzw. die Akkumulationsperiode für die Gletscher. Die Temperaturen waren im Oktober im Gebirge stark überdurchschnittlich. Im Winter 86/87 waren die Temperaturen und Niederschläge etwa durchschnittlich. Der Frühwinter war jedoch eher niederschlagsarm, besonders im November bis Mitte Dezember. Erst die zweite Dezemberhälfte war - im Nordstau der Gebirge - niederschlagsreicher und brachte an der Station Rudolfshütte maximal 3 m Gesamtschneehöhe. Der März war extrem kalt und trotzdem niederschlagsreich, mehrere Male wurde 1/2 bis 1 m Neuschneezuwachs verzeichnet (Station Rudolfshütte). Die maximale Schneehöhe betrug 3,70 m. Im April waren die Niederschläge etwas unterdurchschnittlich, die Gesamthöhe (Rudolfshütte) ging von 3,50 m am Monatsanfang auf 1,80 m zu Monatsende zurück. Die etwas unterdurchschnittliche Schneedecke vom Winter erhielt jedoch im Mai und Juni weiteren Zuwachs. Der Mai war schneereich und überdurchschnittlich

feucht (Rudolfshütte 419 mm) und zu kalt. Zusammen mit den mehrmaligen Schneefällen im Juni und der geringen Sonnenscheindauer waren die Witterungsverhältnisse im Mai und Juni dafür verantwortlich, daß die Abschmelzperiode verzögert wurde und erst im Juli richtig einsetzte. An der Station Rudolfshütte war bis 4. 7. eine geschlossene Schneedecke. Die bis dahin "gletschergünstigen" Bedingungen mit einer Gesamtschneehöhe von 3,60 m am Unteren Boden (2530 m) am 1. Juli (1986: 1m, 1985: 80 cm) wurden durch die insgesamt warme Witterung im Sommer und Herbst überkompensiert. Im Juli war die Temperatur unterdurchschnittlich und die Niederschläge relativ hoch, insbesondere die erste Monatshälfte war sehr warm. Die Abschmelzung der Schneedecke ging rasch vor sich, besonders auch beschleunigt infolge der warmen Gewitterregen, vor allem um den 18. - 20. mit ergiebigen Niederschlägen, die bis hoch hinauf als Regen fielen. Außer am 27. und 28. 7. mit je 1 cm Schnee (Rudolfshütte) wurde die Abschmelzung durch keine Kälteperiode unterbrochen. Auch der August brachte - mit Ausnahme am 5. und am 6. 8. mit insgesamt 6 cm Neuschnee - keine Schneefälle auf den Gletschern, so daß trotz durchschnittlicher Temperatur im August die Abschmelzung, wenn auch weniger stark, weiterging. Der September war ein extrem warmer Frühherbstmonat, der über 2,5° zu warm war, mit nur wenigen Schneefällen, so daß die bis dahin schon stark ausgeaperten Gletscher weiter abschmolzen. Der Kälteeinbruch am 5./6. 9. brachte nur wenig Schnee (Rudolfshütte 8 cm), er schmolz rasch wieder weg. Am 24./25. 9. schneite es nur bis 2750 m herab. Erst am 27. und 28. 9. wurde die Ablationsperiode unterbrochen, die Neuschneegrenze lag am 28. 9. bei 1700 m (Rudolfshütte 12 cm Neuschnee). Der Oktober war wieder ein milder, trockener Herbstmonat, 2/3 des Monats brachten herbstliches Schönwetter, nur am 9. und 13. unterbrochen mit Schneefällen (Rudolfshütte 3 bzw. 5 cm Neuschnee). Im Oktober war die Abschmelzung auf höhergelegenen Gletschern - wie am Stubacher Sonnblickkees - nur mehr relativ gering. Die maximale Ausaperung wurde am 17. 10. erreicht. Der Kälteeinbruch am 17./18. 10. mit 23 cm Neuschnee (Rudolfshütte) brachte den Beginn der Akkumulationsperiode des nächsten Haushaltsjahres.

Das Temperaturmittel (Rudolfshütte) Juni - Oktober 1987 war mit 5,9° etwa wie in den beiden vorhergehenden Jahren (zum Vergleich: 1963: 5,2, 1965: 4,2°). In der Periode 1982 - 1987 war der September mit einem Monatsmittel von 8,0° um 1,7° zu warm, und auch der Oktober mit 2,9° um 1,7° zu warm. Die Niederschläge waren an der Station Rudolfshütte im Vergleich zum Mittel 1982 - 1987 vom Juni bis September etwas überdurchschnittlich (Jahresmittel der Temperatur 1987: 2,3°, Jahressumme des Niederschlages 2.859 mm).

Im Überblick war also der Winter in der ersten Hälfte eher niederschlagsarm, dies wurde durch eine niederschlagsreiche zweite Hälfte kompensiert. Zu Beginn des hydrologischen Sommerhalbjahres war die Schneedecke etwa durchschnittlich bis leicht unternormal. Der schneereiche, feuchte und kühle Spätwinter und Frühling brachten weiteren Schneezuwachs und eine Verzögerung der Abschmelzung. Bis Anfang Juli lag in 2300 m eine geschlossene Schneedecke. Der im Mittel normal temperierte, aber doch durch warme Witterungsperioden gekennzeichnete Sommer war durch fehlende ergiebige Neuschneereignisse charakterisiert, die winterliche Schneedecke schmolz rasch ab und brachte neuerlich eine starke Ausaperung der Gletscher. Besonders abträglich war dabei der sehr warme September mit spätsommerlicher, sonnenscheinreicher Witterung. Wegen der

seltenen Schneefälle waren die Gletscher zumeist ohne schützende Neuschneedecke der Strahlung großflächig ausgesetzt, sie kam auf den aperen Gletschern voll zur Wirkung, wobei wegen der starken Verschmutzung der Eis- und Firnoberfläche als Ergebnis des Kumulierungseffektes mehrerer Schmutzschichten aus den letzten Jahren die Albedo erniedrigt war.

Wegen der warmen sommerlichen Witterung war das Stubacher Sonnblickkees schon Ende August relativ stark ausgeapert. Die Kälteeinbrüche waren im September nur wenig wirksam, der Gletscher war immer nur jeweils wenige cm schneebedeckt (5./6. 9. und 24. 9.), vor allem fehlte diesmal der zumeist starke Schneefall anfang September. Am 27. 9. war das Stubacher Sonnblickkees in der Früh noch aper, im Laufe des Tages fiel Schnee, der Gletscher war 10 - 20 cm hoch schneebedeckt, die Schneefallgrenze lag bei 1700 m. Nach dem 29. 9. veränderte sich der Ausaperungsstand nur mehr wenig (außer am Filleckkees), durch Kälteeinbrüche war das Stubacher Sonnblickkees am 9. und 13. 10. einige cm hoch schneebedeckt. Da Föhnperioden den Gletscher immer wieder an den Eisbuckeln aper werden ließ, beendete erst ein ergiebiger Schneefall am 18. 10. das Haushaltsjahr (Rudolfshütte 10. 10.: 23 cm Neuschnee). Die maximale Ausaperung wurde am Stubacher Sonnblickkees und Filleckkees am 17. 10. 1987 erreicht, am Weißseekees am 9. 10. 1987. Die Abbildung 1 zeigt das Stubacher Sonnblickkees am 23. 9. 1987.



Abb. 1: Das Stubacher Sonnblickkees am 23. 9. 1987. Der Gletscher ist schon relativ stark ausgeapert



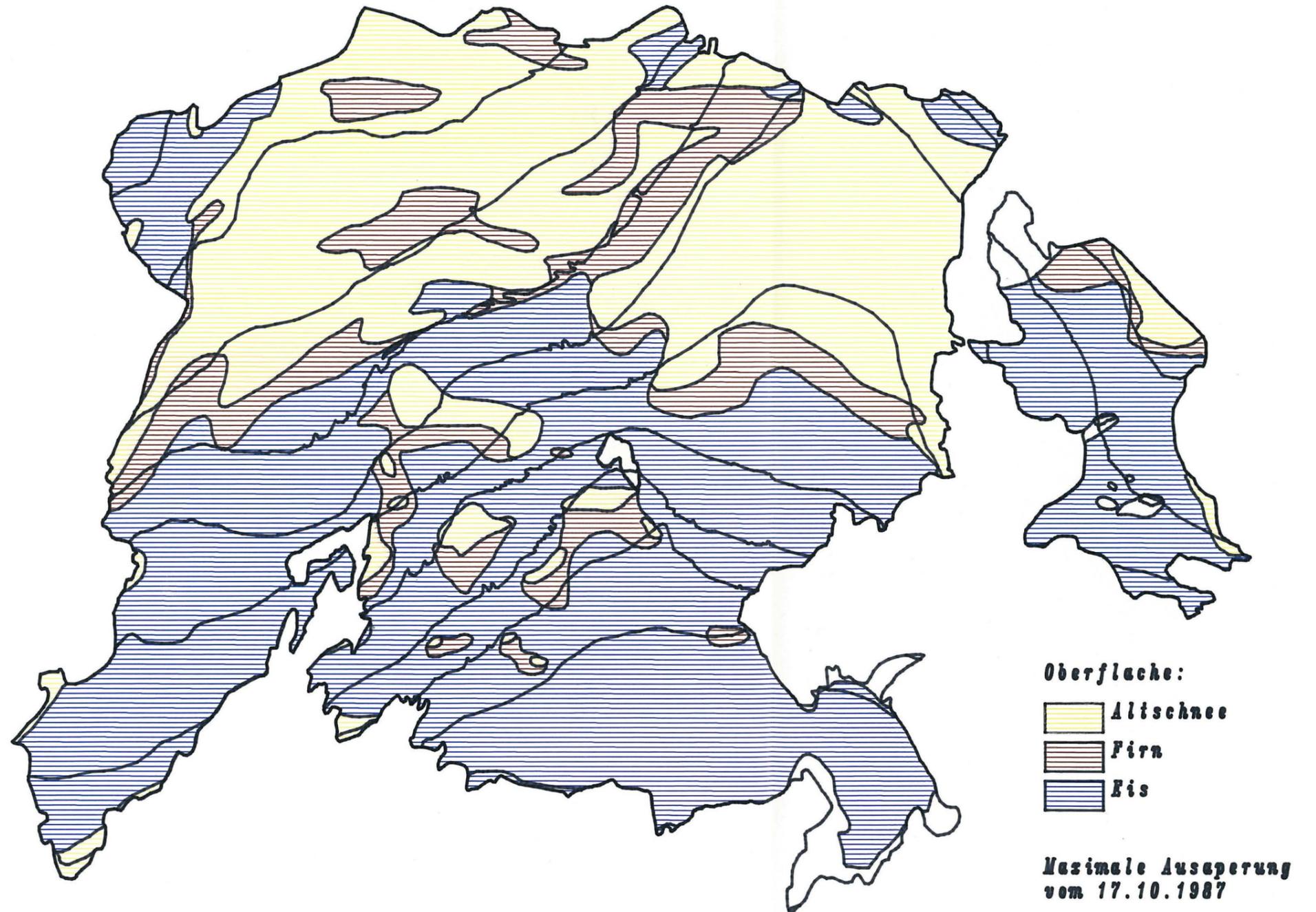
Abb. 2: Das Weißseekees am 27. 9. 1987

Für die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses mußte die Ausaperung laufend beobachtet werden; insbesondere ab Ende August, weil jederzeit ergiebige Schneefälle das Haushaltsjahr beenden können. Es ist daher notwendig, den maximalen Stand der Ausaperung vor dem Haushaltsende zu erfassen. Die Gletscher wurden daher laufend fotodokumentiert und die Ausaperung kartiert (Fotos am 30. 8., 20., 21., 23, 24. und 27. 9.). Mit Hilfe der Fotos und Ausaperungskarten wurde der Ausaperungsstand vom 24. bzw. 27. 9. kartiert und in diese Arbeitskarte durch Extrapolation der maximale Ausaperungsstand vom 17. 10. 1987 eingetragen. Dies war deswegen möglich, weil die Ausaperung nach dem 27. 9. witterungsbedingt sich nur mehr relativ wenig änderte (die Rudolfshütte war ab 4. 10. gesperrt, so daß keine Feldarbeiten bzw. Fotodokumentation mehr möglich war; über den Wetterbeobachter konnte jedoch der Zustand der Gletscher eruiert werden, ebenso das Datum des Haushaltsendes).

Abb. 3 zeigt den maximalen Ausaperungsstand des Stubacher Sonnblickkeeses am 17. 10. 1987.

Die genaue Planimetrierung der Teilflächen nach Höhenstufen, getrennt nach Schnee-, Firn- und Eisflächen im Originalmaßstab 1:5000 erfolgte erstmals über den Computer. In Tab. 1 sind die Ergebnisse wiedergegeben.

STUBACHER SONNBLICKKEES AUSAPERUNG 1987



Institut für Geographie der Universität Salzburg
Abteilung für Schnee- und Gletscherkunde
Software: Arc/Info
Computerkartographie: J. Strobl

Tab. 1a: Flächen mit Altschnee, Firn und Eis bzw. die Gesamtfläche für das Stubacher Sonnblickkees:

STUBACHER SONNBLICKKEES UND FILLECKKEES 17. 10. 1987

Höhenstufe	Alt- schnee	Firn	Eis	Firn und Eis	maximale Gletscherfl.
3050-3000	--	--	9.482	9.482	9.482
3000-2950	64.501	19.072	32.401	51.473	115.973
2950-2900	158.743	28.051	8.654	36.705	195.448
2900-2850	93.445	62.000	78.902	140.902	234.347
2850-2800	41.268	35.949	154.019	189.968	231.236
2800-2750	164.721	16.869	91.727	108.596	273.317
2750-2700	42.112	38.205	166.108	204.313	246.425
2700-2650	9.132	6.452	108.105	114.557	123.689
2650-2600	8.537	12.623	50.612	63.235	71.772
2600-2550	1.499	4.427	63.389	67.816	69.315
2550-2500	--	1.085	171.528	172.613	172.613
2500-2450	--	--	2.469	2.469	2.469
Gesamtsumme	583.958	224.733	937.396	1,162.129	1,746.087

Tab. 1b: Flächen getrennt nach Stubacher Sonnblickkees und Filleckkees

FILLECKKEES 17. 10. 1987

Höhenstufe	Alt- schnee	Firn	Eis	Firn und Eis	maximale Gletscherfl.
2950-2900	8.691	5.517	3.073	8.590	17.281
2900-2850	1.976	7.240	43.315	52.555	54.531
2850-2800	792	--	58.500	58.500	59.292
2800-2750	--	--	6.376	6.376	6.376
Gesamtsumme	11.459	12.757	113.264	126.021	137.480

STUBACHER SONNBLICKKEES 17. 10. 1987

Höhenstufe	Alt- schnee	Firn	Eis	Firn und Eis	maximale Gletscherfl.
3050-3000	--	--	9.482	9.482	9.482
3000-2950	64.501	19.072	32.401	51.473	115.973
2950-2900	150.052	22.534	55.811	28.115	178.167
2900-2850	91.469	54.760	33.587	88.347	179.816
2850-2800	40.476	35.949	95.519	131.468	171.944
2800-2750	164.721	16.869	85.350	102.219	266.941
2750-2700	42.112	38.205	166.108	204.313	246.425
2700-2650	9.132	6.452	108.105	114.557	123.689
2650-2600	8.537	12.623	50.612	63.235	71.772
2600-2550	1.499	4.427	63.389	67.816	69.315
2550-2500	--	1.085	171.528	172.613	172.613
2500-245	--	--	2.469	2.469	2.469
Gesamtsumme	572.499	211.976	824.131	1,036.107	1,608.607

Tab. 1c: Flächenwert in % im Vergleich zu 1986 und 1983

	1987	1986	1983
Altschneefläche (Akkumulationsgebiet S_c)	33,4 %	7,9 %	32,9 %
Firnfläche	12,9 %	10,4 %	40,6 %
Eisfläche	53,6 %	51,7 %	26,5 %
Firn- und Eisfläche (Ablationsgebiet S_a)	66,5 %	92,1 %	67,1 %

Die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 1986/87 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:

$$(31) \bar{b}_c = 29,19 \cdot (-\log(1 - S_c/S))^{1,125}$$

$$(31) \bar{b}_a = -56,808 \cdot \log(S_c/S) + 0,925$$

Daraus ergibt sich für 1986/87:

$$\begin{aligned} \text{spezif. Nettoakkumulation } \bar{b}_c &= 10,6 \text{ g/cm}^2 \\ \text{spezif. Nettoablation } \bar{b}_a &= -63,1 \text{ g/cm}^2 \\ \text{mittl. spez. Nettobilanz } \bar{b} &= -52,5 \text{ g/cm}^2 \end{aligned}$$

Die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 1986/87 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

$S_c \text{ km}^2$	$\bar{b}_c \text{ g/cm}^2$	$B_c \cdot 10^6 \text{ m}^3$	S_a	$\bar{b}_a \text{ g/cm}^2$	$B_a \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$S \text{ km}^2$	$B \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$\bar{b} \text{ g/cm}^2$
0,584	10,6	0,185	1,162	-63,1	-1,102	1,746	-0,916	-52,5

S_c/S	S_c/S_a
0,334	0,503

(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)

Dauer des natürlichen Haushaltsjahres:

20. 10. 1986 bis 17. 10. 1987

(Das natürliche Haushaltsjahr war wohl in der Länge einem Kalenderjahr gleich, gegenüber dem hydrologischen Jahr war es jedoch um rund drei Wochen verschoben.)

Das Stubacher Sonnblickkees hatte mit -525 kg/m^2 bzw. 1,1 Mio m^3 (Wasserwert) im Haushaltsjahr 1986/87 einen nicht so starken negativen Haushalt wie im Vorjahr, verlor jedoch wieder deutlich an Masse.

2. Meßergebnisse des NIEDERSCHLAGES in den Einzugsgebieten der Speicher Weißsee und Tauernmoossee 1986/87 und 1987

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Lage der Meßstellen und die Ergebnisse der Totalisatorenmessungen im Hydrologischen Jahr (Abb. 4) und im Kalenderjahr (Abb. 5).

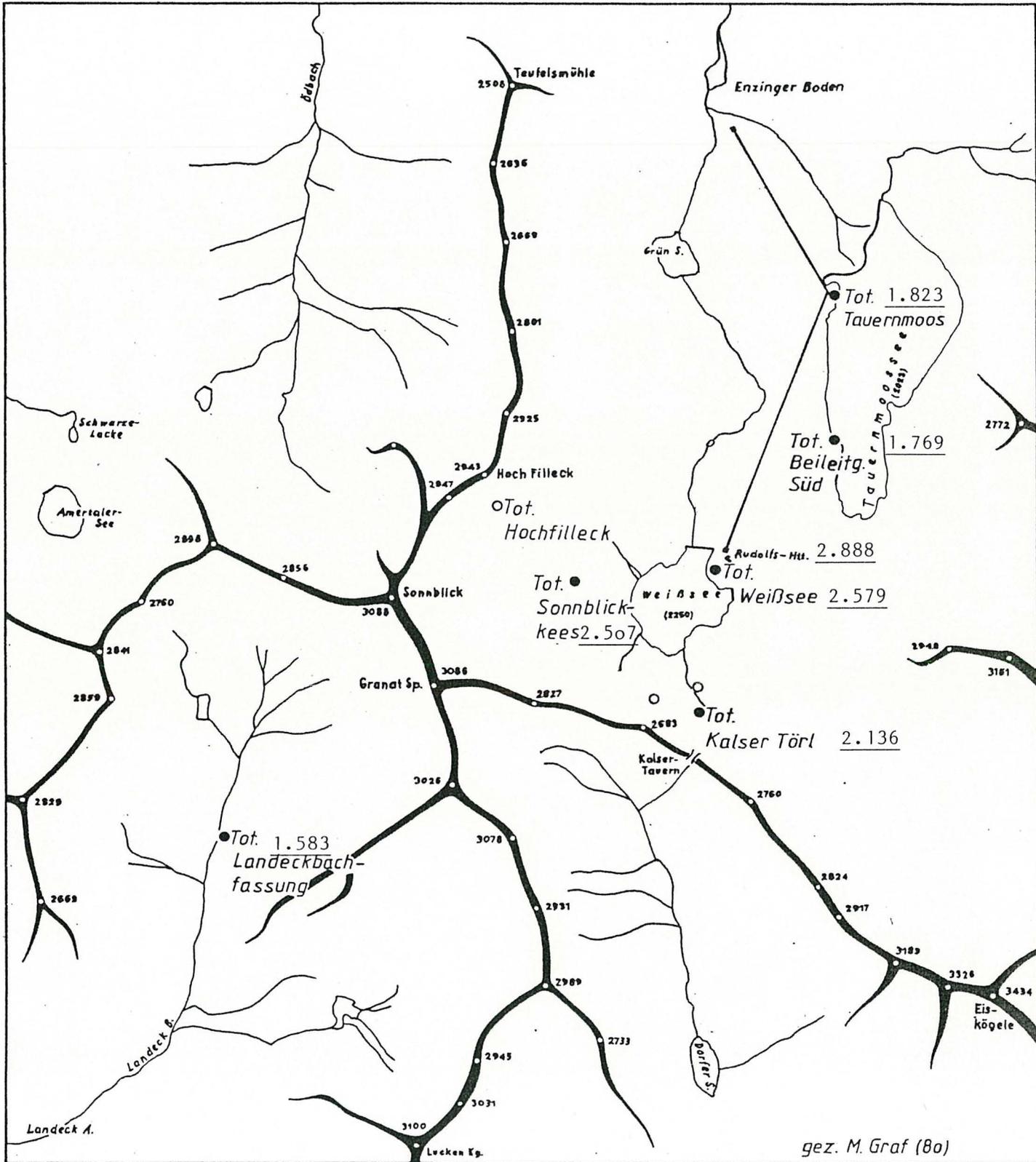
In diesem Jahr ist wieder eine Zunahme des Niederschlages mit der Höhe festzustellen, die Totalisatoren Tauernmoos und Beileitung Süd (in 2040 m Seehöhe) zeigen geringere Jahressummen als die höher gelegenen Regenmesser. Während in anderen Jahren der Totalisator Sonnblickkees relativ geringere Werte als die Totalisatoren Weißsee und Kalser Törl brachte, war diesmal beim Totalisator Kalser Törl die Jahressumme relativ niedrig.

Tabelle 2: Niederschlagswerte aus Totalisatorenmessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 1986/87 und im Kalenderjahr 1987 (in mm):

Monat	Rudolfshütte (Ombrometer)	Totalisator Weißsee	Totalisator Kalser Törl	Totalisator Sonnblickkees Neu	Totalisator Tauernmoos	Totalisator Beileitung Süd	Totalisator Landeckbach
Okt. 1986	138,5	85	74	82	111	78	82
Nov. 1986	80,4	74	66	68	74	59	66
Dez. 1986	256,8	247	202	234	54	78	41
Jän. 1987	244,0	221	101	432	98	88	89
Feb. 1987	179,7	159	145	105	69	73	62
März 1987	290,5	102	118	97	130	131	114
Apr. 1987	170,7	256	181	126	175	163	151
Mai 1987	419,1	486	379	375	304	314	226
Juni 1987	295,7	291	225	296	198	215	180
Juli 1987	312,9	301	243	307	229	215	194
Aug. 1987	309,3	201	234	278	261	248	279
Sep. 1987	190,2	156	168	107	120	107	99
Okt. 1987	88,2	96	102	93	87	81	72
Nov. 1987	229,8	219	204	192	129	144	234
Dez. 1987	138,7	171	132	130	111	107	120
Hydrol. Jahr 86/87	2.887,8	2.579	2.136	2.507	1.823	1.769	1.583
Jahr 1987	2.868,8	2.659	2.232	2.538	1.911	1.886	1.820
Hydrol. Winter- halbjahr 1986/87	1.189,9	888	706	1.018	536	507	454
Hydrol. Sommer- halbjahr 1987	1.679,9	1.691	1.430	1.489	1.287	1.262	1.129

In Tabelle 2 sind die Monats- und Jahressummen des Niederschlages aufgelistet und in Abb. 6 in einer graphischen Übersicht darge-

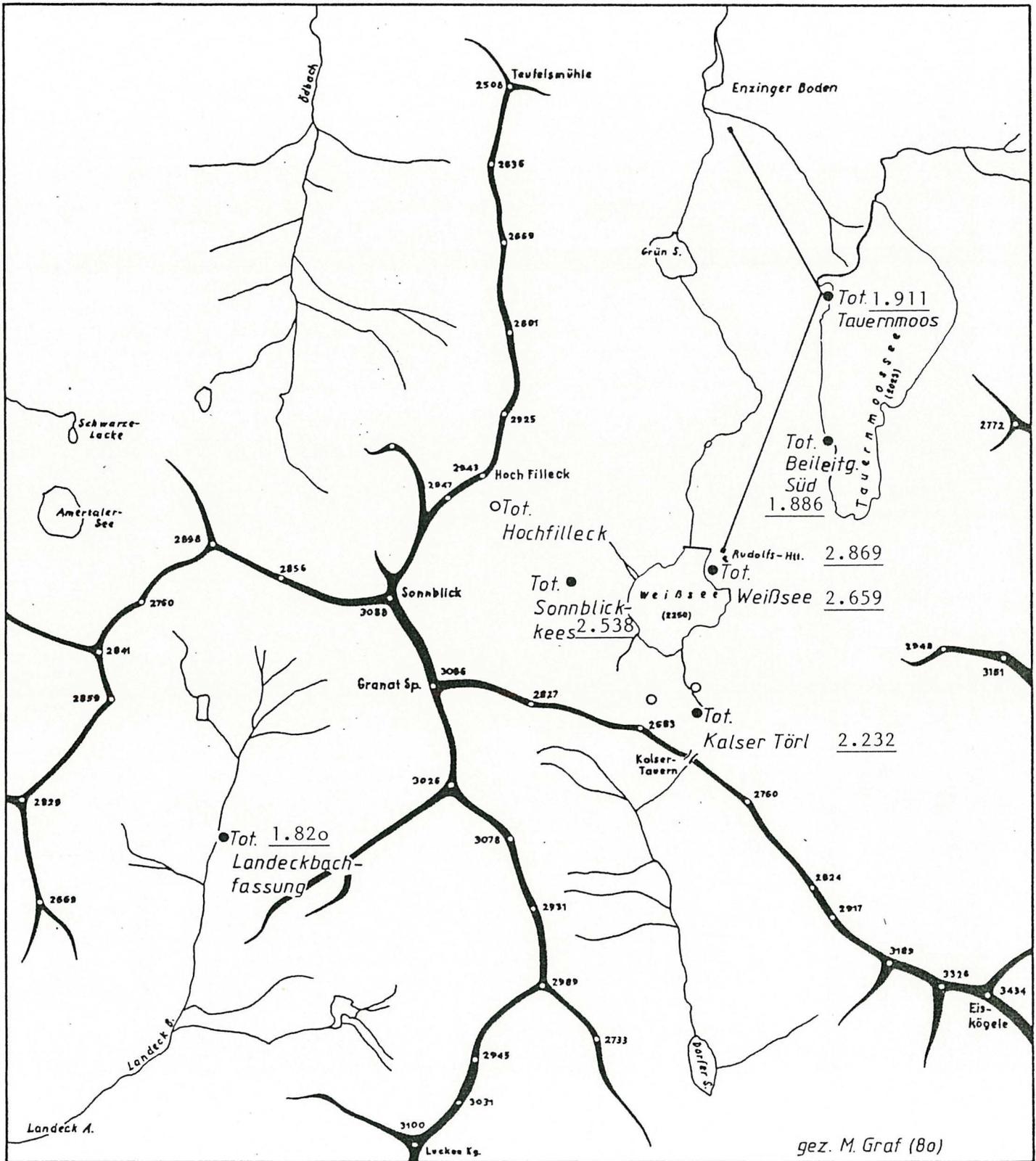
IHD bzw. IHP-Projekt
„Stubachtal - mittl. Hohe Tauern“
Projektleiter: H. Slupetzky



Totalisatorennetz

Abb.4 : Jahressummen des Niederschlages im Hydrologischen Jahr 1986/87

IHD bzw. IHP-Projekt
„Stubachtal - mittl. Hohe Tauern“
Projektleiter: H. Slupetzky

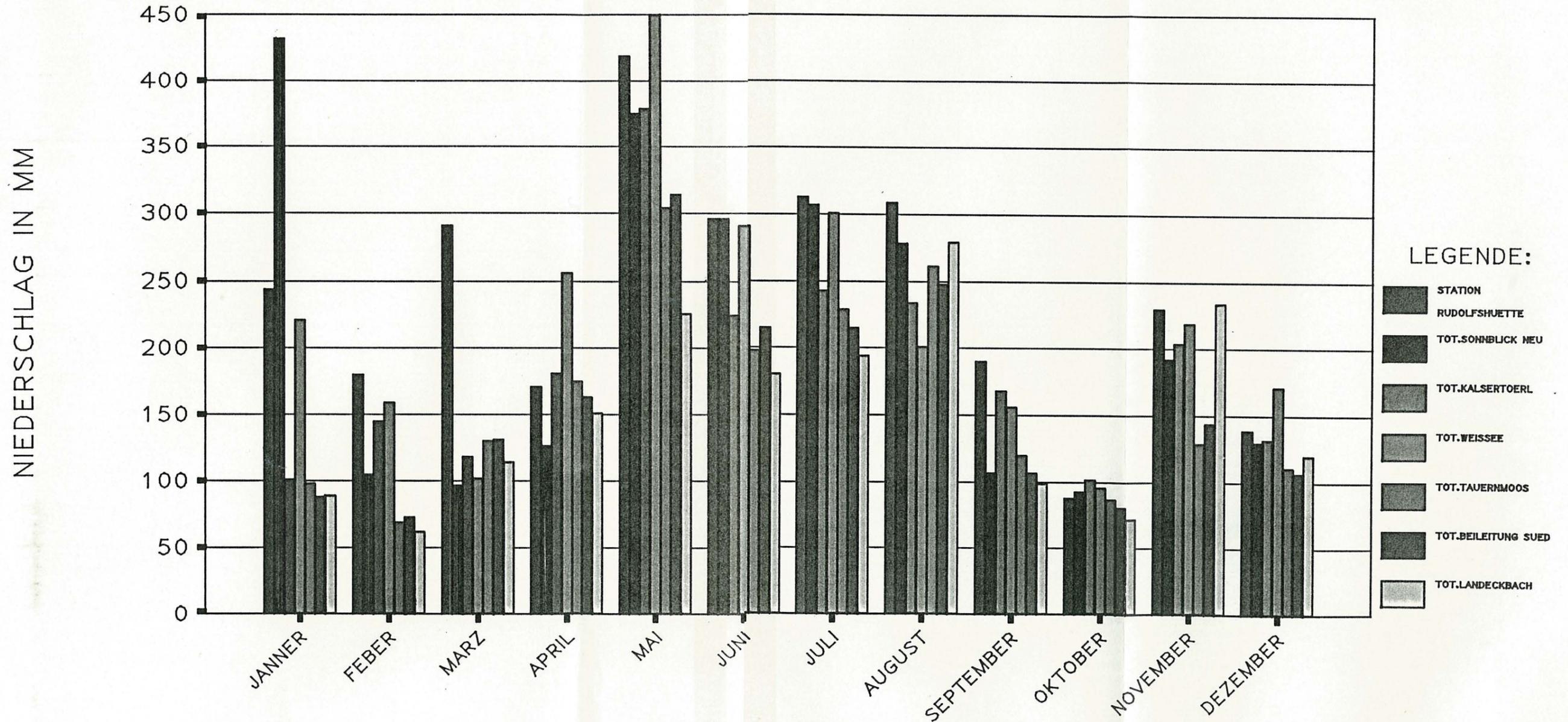


Totalisatorennetz

Abb.5: Jahressummen des Niederschlags im Kalenderjahr 1987

TOTALISATORMESSUNGEN 1987

GEBIET WEISSEE – STUBACHER SONNBLICK



WERTE KORRIGIERT MIT STATION ALPINZENTRUM RUDOLFSHUETTE
GRAFIK: SPSSGRAPHICS

stellt. Die monatlichen Niederschläge schwankten wieder sehr stark. Diesmal war der Mai der Monat mit dem Niederschlagsmaximum (sonst im allgemeinen ein Monat mit einem sekundären Niederschlagsmaximum) und nicht der Juli. Wie schon erwähnt, war der Winter in der ersten Hälfte eher niederschlagsarm, in der zweiten Hälfte dagegen niederschlagsreich. Insgesamt waren die Niederschläge im hydrologischen Halbjahr unterdurchschnittlich, im Sommerhalbjahr überdurchschnittlich. Die Jahressummen entsprachen etwa dem langjährigen Durchschnitt.

14-jährig. Mittel
1970 - 1983

(vorläufige Werte)

1987

	14-jährig. Mittel 1970 - 1983 (vorläufige Werte)	1987	
Tot. Weißsee (2270 m)	2.777,9	2.695	95,7 %
Tot. Kalser Torl (2390 m)	2.409,1	2.232	92,7 %
Tot. Sonnblickkees-neu (2510 m)	1.922,4 (alt)	2.538	132,8 %
Tot. Tauernmoos (2040 m)	1.914,6	1.911	99,8 %

Im Mittel erhielten die vier Totalisatoren 105,1 % des langjährigen Niederschlages. Zieht man in Betracht, daß der Totalisator Sonnblickkees-neu gegenüber dem Totalisator Sonnblickkees-alt um 8,3 % mehr anzeigt, entsprechen die Meßwerte ziemlich genau dem langjährigen Durchschnitt.

Zum Vergleich einige Extremwerte des Niederschlages (hydrol. Jahr) und die Jahressummen der letzten sieben Jahre der Station Rudolfs-hütte (Ombrometermessungen):

1962/63	1.655,1	1986/87	2.887,8
1963/64	1.728,1	1985/86	1.873,0
1964/65	2.259,8	1984/85	2.260,4
		1983/84	2.036,9
1964/67	3.075,4	1982/83	2.063,9
		1981/82	2.115,8
		1980/81	2.248,8

3. Der Abfluß im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee

Die Messungen durch die ÖBB (Kraftwerk Enzingerboden) ergaben folgenden monatliche Zuflüsse (natürlicher Zufluß ohne die Beileitungen) in den Speicher Weißsee (Tab. 3):

Oktober 1986	1,052.000 m ³
November 1986	90.000
Dezember 1986	150.000
Jänner 1987	90.000
Februar 1987	135.000
März 1987	230.000
April 1987	228.000
Mai 1987	88.000
Juni 1987	2,381.000
Juli 1987	7,957.000
August 1987	4,358.000
September 1987	4,127.000
Jahr 1986/87	20,886.000

Tab. 3: Monatlicher (natürlicher) Zufluß in den Speicher Weißsee, 1. 10. 1986 bis 30. 9. 1987

Beim Speicher Weißsee wurde wieder sehr früh, am 20. August, der Vollstau erreicht. Der Jahreszufluß war mit 20,9 Mio m³ extrem hoch; es war der zweithöchste in der Meßreihe seit 1942. Der Zufluß betrug 139,4 % des langjährigen Mittels von 14,98 Mio m³ (1942 - 1986). Nachstehend ein Vergleich der Extremwerte im hydrologischen Jahr

1951/52	21,691.000 m ³	1971/72	10,724.000
1986/87	20,886.000		
1981/82	19,346.000		
1949/50	18,350.000		
1966/67	18,272.000		
Mittel 42/43 - 85/86	14,981.000		

Auch im Kalenderjahr 1987 war der Zufluß der zweithöchste der Meßreihe:

1952/53	21,739.000 m ³
1986/87	21,247.000
1975/76	18,909.000

Im Juli 1987 wurde mit einem Monatszufluß von 7,957.000 m³ der höchste monatliche Zufluß der Meßreihe (April 1942 bis Dezember 1987) gemessen. Der bisherige Höchstwert war der August 1952 mit 7,727.000 m³.

4. Berechnung bzw. Schätzung der hydrologischen Bilanz 1986/87 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee

Der Gebietsniederschlag ist durch Niederschlagsmessungen (mit Totalisatoren) nur unsicher zu bestimmen, da im Hochgebirge besonders durch Windeinflüsse und den hohen Anteil an Schneeniederschlag große Meßprobleme auftreten. Es wurde daher wieder aus der Wasserhaushaltsgleichung $N = A + V + (R - B)$ versucht, den Gebietsniederschlag zu berechnen.

Das (natürliche) Einzugsgebiet des Speichers Weißsee hat 5,3 km² (die ÖBB verwenden 5,4 km²), die mittlere Gebietshöhe beträgt 2570 m, das Einzugsgebiet ist zu 36,2 % vergletschert, wobei das Sonnblickkees mit 33,7 % (1,784 km²) den Hauptanteil ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Haushaltsgleichung mit den Beträgen für 1986/87 und der Fehlerschätzung.

- a. Abfluß (A)
 - im hydrol. Jahr 86/87: 20,886.000 m³ ± 4 %
 - Jahresabflußhöhe: 3.940,8 mm
 - Fläche des Einzugsgebietes: 5,3 km²
- b. Verdunstung (V) (Annahme)
 - Mittlere Jahresverdunstung: 300 ± 50
 - Jahresverdunstungsmenge: 1,590.000 m³
- c. Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (B_{SSK})
 - Haushaltssende: 17. 10. 1987
 - F = 1,746 km³
 - B = - 916.000 m³
 - Mittl. spez. Nettomassenbilanz: b = -525 ± 50
- d. Massenbilanz des Weißseekeeses (B_{WSK}) (Schätzung)
 - F = 114.400 m³
 - B = - 80.080 m³
 - b = - 700 ± 150

- e. Massenbilanz der Altschnee- und Firnfelder (B_{F1}) (Schätzung)
 $F = 450.000 \text{ m}^3$
 $B = - 360.000 \text{ m}^3$
 $b = - 800 \pm 200$

Wasserhaushaltsgleichung im natürlichen Einzugsgebiet des Speichers Weißsee:

$$N = A + V + (B_{SSK} + B_{WSK} + B_{F1})$$

$$N = 20,886.000 + 1,590.000 + (- 916.000 - 80.000 - 360.000)$$

$$N = 20.886.000 + 1,590.000 - 1,356.000$$

$$N = 21,120.000$$

$$N = 3.984,9 \text{ mm} \pm 15 \% \text{ Niederschlagshöhe}$$

Der mittlere Jahresniederschlag, berechnet aus den Jahressummen von Totalisator Weißsee, Kaiser Törl und Sonnblickkees ergibt 2.407 mm. Der aus der Wasserhaushaltsgleichung berechnete Jahresniederschlag beträgt 3.984,9 mm. Dies würde ein Niederschlagsdefizit der Totalisatorenmessung von 39,5 % bedeuten.

Berechnung der Gletscherspende:

$$A + V + (R - B) = N$$

$$3.940,8 + 300 - 255,8 = 3.984,9$$

Die Gletscherspende betrug 6,5 %, d. h. 1,356.000 m³ gelangten zusätzlich in den Abfluß.

Gletscherspende bzw. Rücklage seit 1980/81 (Schätzung):

1980/81	4,4 % Rücklage
1981/82	17,0 % Gletscherspende
1982/83	8,4 % Gletscherspende
1983/84	14,6 % Rücklage (incl. 3,5 % Neuschneerücklage)
1984/85	4,5 % Gletscherspende
1985/86	22,4 % Gletscherspende
1986/87	6,5 % Gletscherspende

5. Überblick über die Massenbilanz-Meßreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1958 bis 1987 und das Verhalten der Gletscherstirn des Sonnblick-, Ödenwinkel- und Riffelkeeses seit 1960

Von den seit 1964 bestimmten 24 jährlichen Bilanzen waren 15 positiv und 9 negativ. Innerhalb der Meßreihe seit 1958 (Abb. 7) waren von 29 Haushaltsjahren 18 mehr oder weniger positiv und 12 negativ.

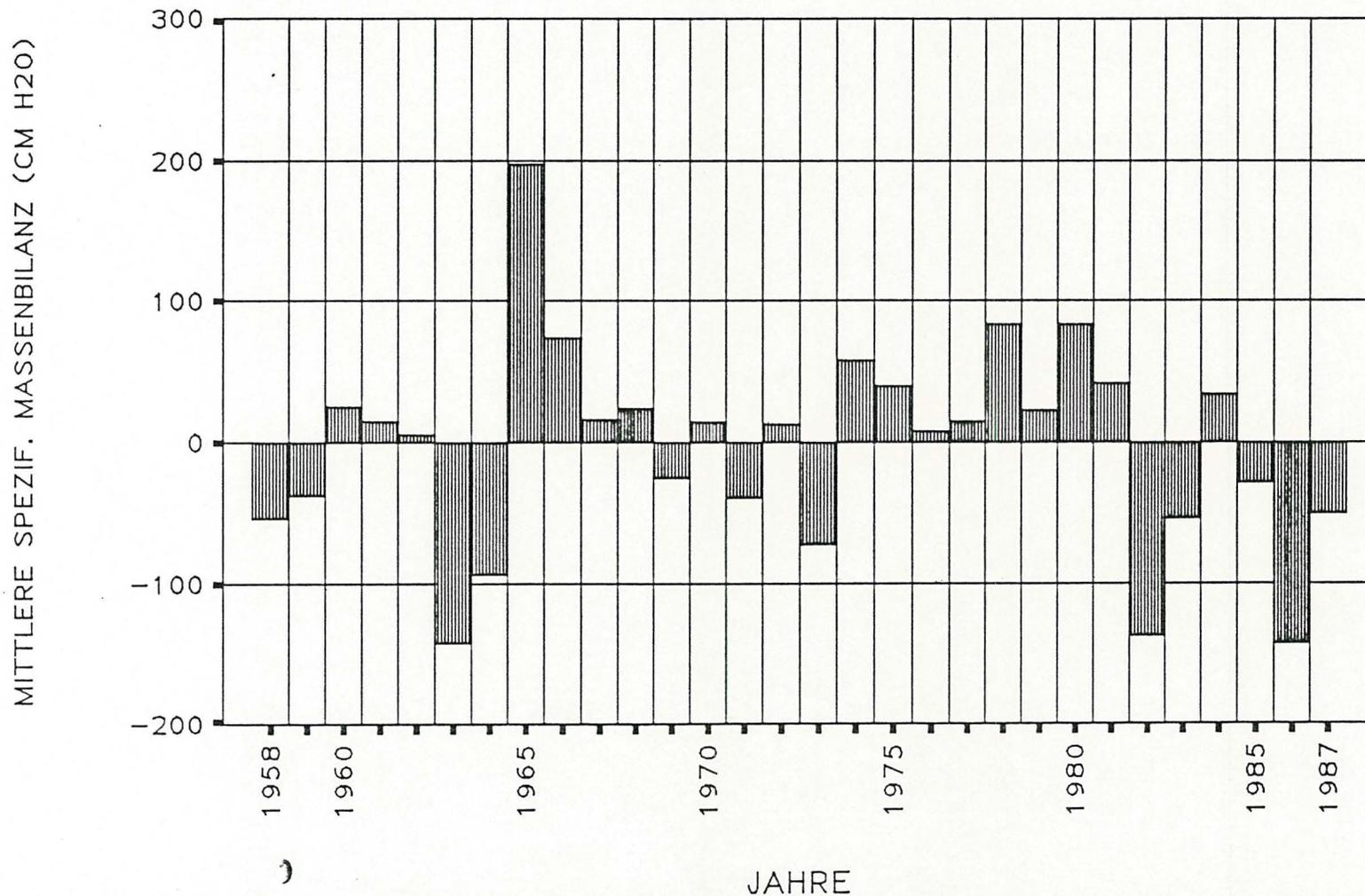
Von 1965 bis 1981 hatte das Stubacher Sonnblickkees rund 10 Mio m³ an Masse gewonnen. Die außer 1984 seitdem mehr oder weniger stark negativen Haushaltsjahre haben zu einem Abbau des Massengewinnes um rund 2/3 geführt (Abb. 8). Der Gletscher hat nunmehr wieder eine Masse erreicht, die er vor 1958 hatte.

Auf den Massengewinn hatte das Stubacher Sonnblickkees seit 1973 bis in die 80er Jahre mit einem Vorstoß an der Gletscherstirn reagiert (Abb. 9 und 10). Noch wirkt sich die erhöhte Fließgeschwindigkeit an der Gletscherzunge aus, so daß das Stubacher Sonnblickkees auch in den Jahren mit negativem Massenhaushalt stationär bleibt oder leicht vorstößt. Da der Massenzufluß aber aus dem Akkumulationsgebiet wegen des kontinuierlichen Massenabbaues nachlassen wird, wird auch die Fließgeschwindigkeit an der Stirn geringer werden und nicht mehr den Abschmelzbetrag kompensieren können; es ist in naher Zukunft mit einem Längenverlust zu rechnen.

Im Vergleich zum Stubacher Sonnblickkees schmolz das Odenwinkelkees kontinuierlich seit (Beginn der Messungen) 1960 zurück (Abb. 11), insgesamt um 300 m. Allerdings hat hier seit dem Vorjahr die Massenwelle aus dem Zuwachs im Nährgebiet die Gletscherzunge erreicht, die Rückzugsrate ist in den letzten beiden Jahren beträchtlich geringer geworden. Das Riffelkees (Abb. 12) schmolz mit unterschiedlichen jährlichen Beträgen ständig zurück.

MITTLERE SPEZIFISCHE MASSENBILANZEN

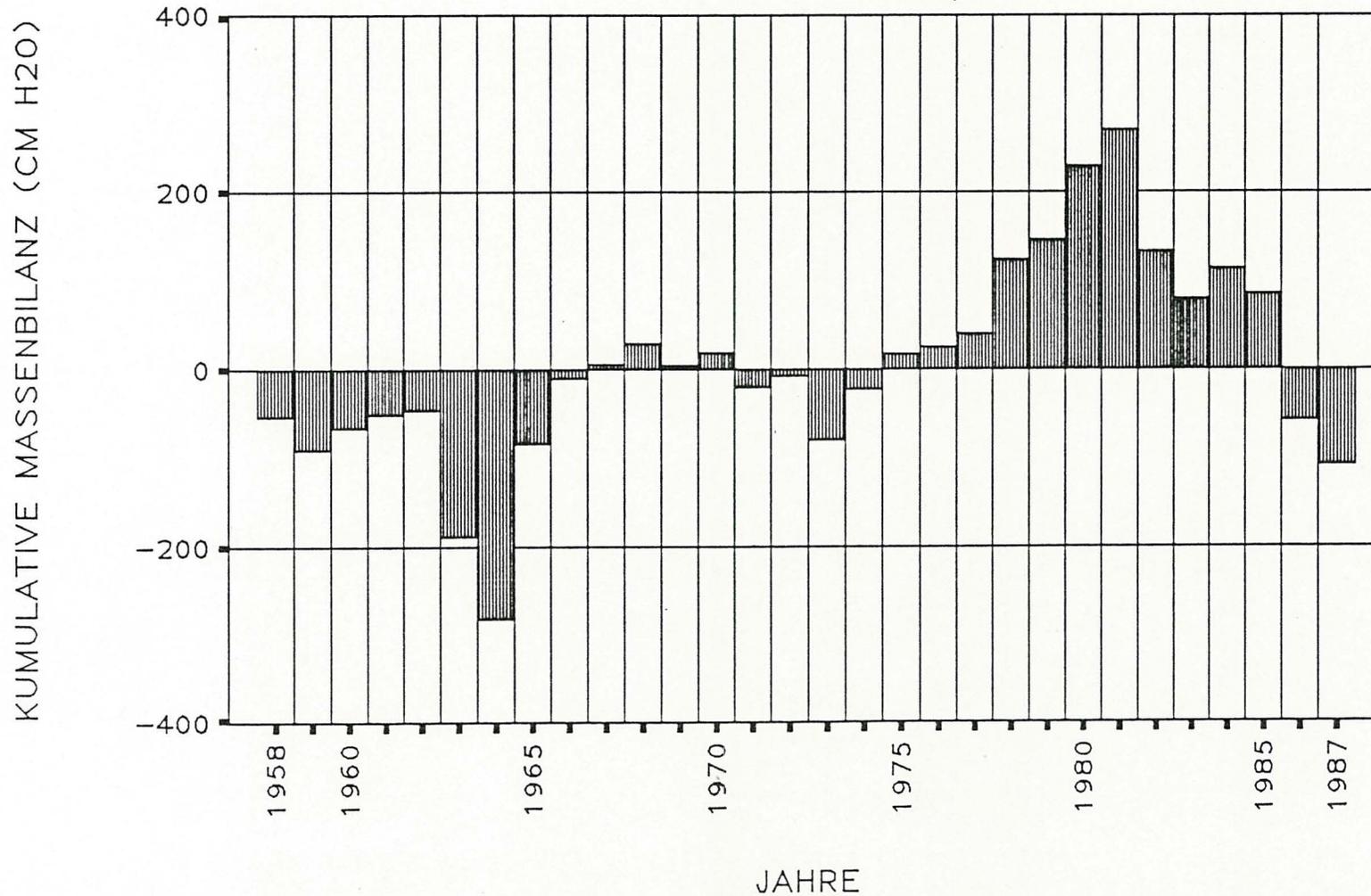
STUBACHER SONNBlickKEES



DATEN: H.SLUPETZKY, ABTEILUNG FÜR SCHNEE- UND GLETSCHERKUNDE
INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE, UNIVERSITÄT SALZBURG

KUMULATIVE MASSENBILANZEN

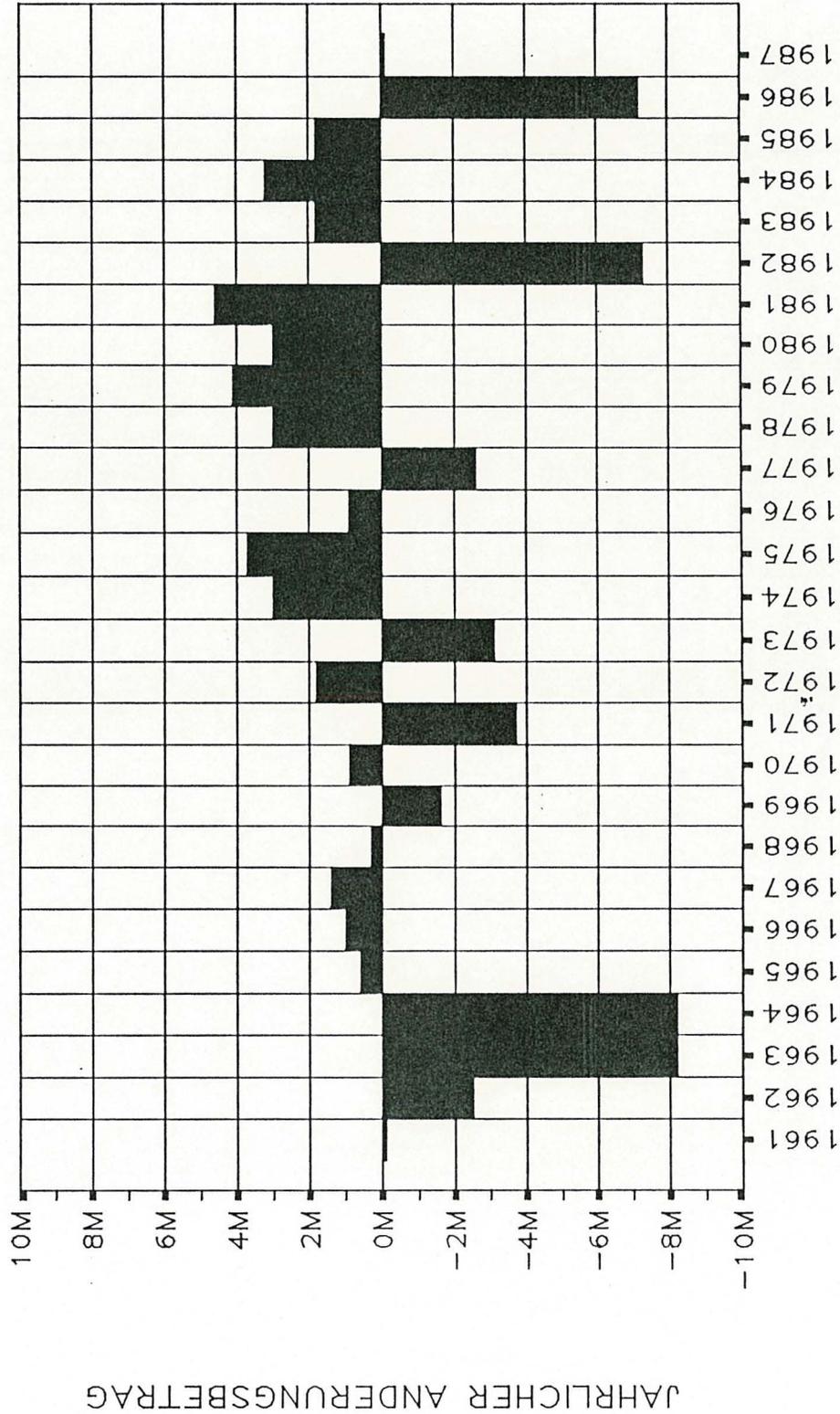
STUBACHER SONNBlickKEES



DATEN: H.SLUPETZKY, ABTEILUNG FÜR SCHNEE- UND GLETSCHERKUNDE
INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE, UNIVERSITÄT SALZBURG

STUBACHER SONNBLICKKEES JÄHRLICHE LÄNGENÄNDERUNG

1960 - 1987



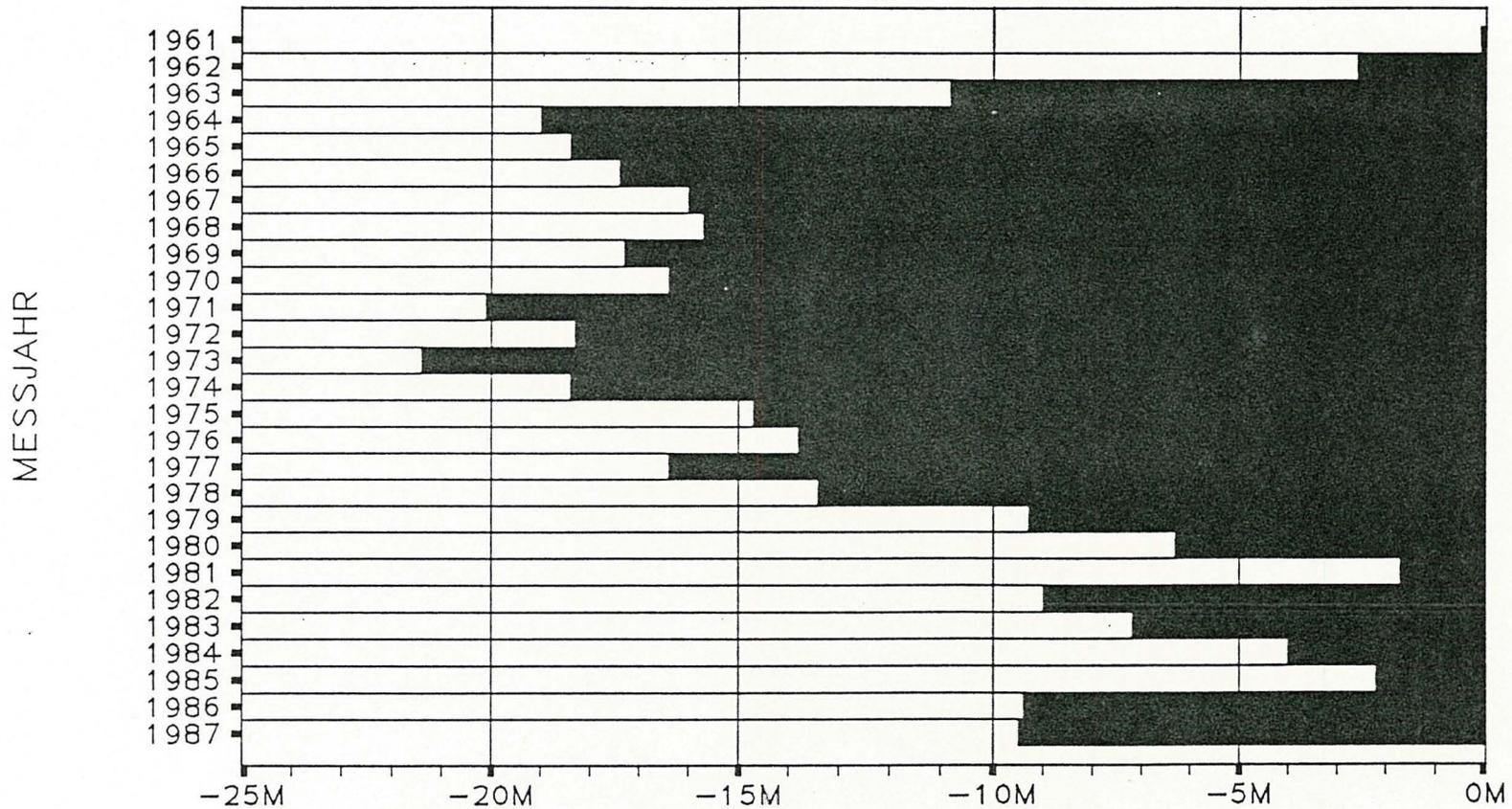
MESSJAHRE

H. SLUPETZKY, ABT. F. SCHNEE- UND GLETSCHERKUNDE, INST. F. GEOGRAPHIE
HOCHGEBIRGSFORSCHUNGSSTELLE RUDOLFSHUTTE - UNIVERSITÄT SALZBURG

Abb. 9

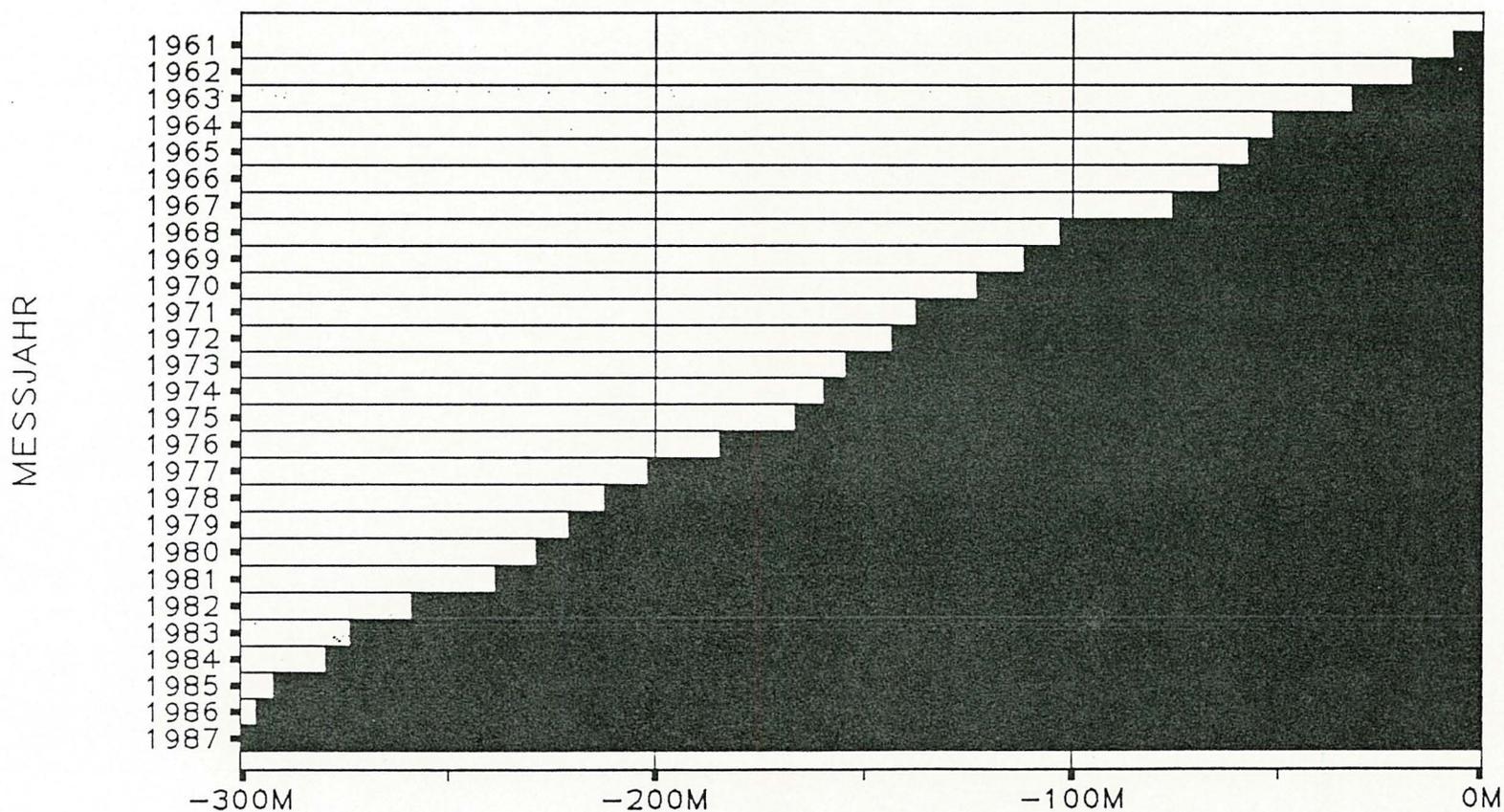
STUBACHER SONNBLICKKEES KUMULATIVE LÄNGENÄNDERUNG

1960-1987



ÖDENWINKELKEES KUMULATIVE LÄNGENÄNDERUNG

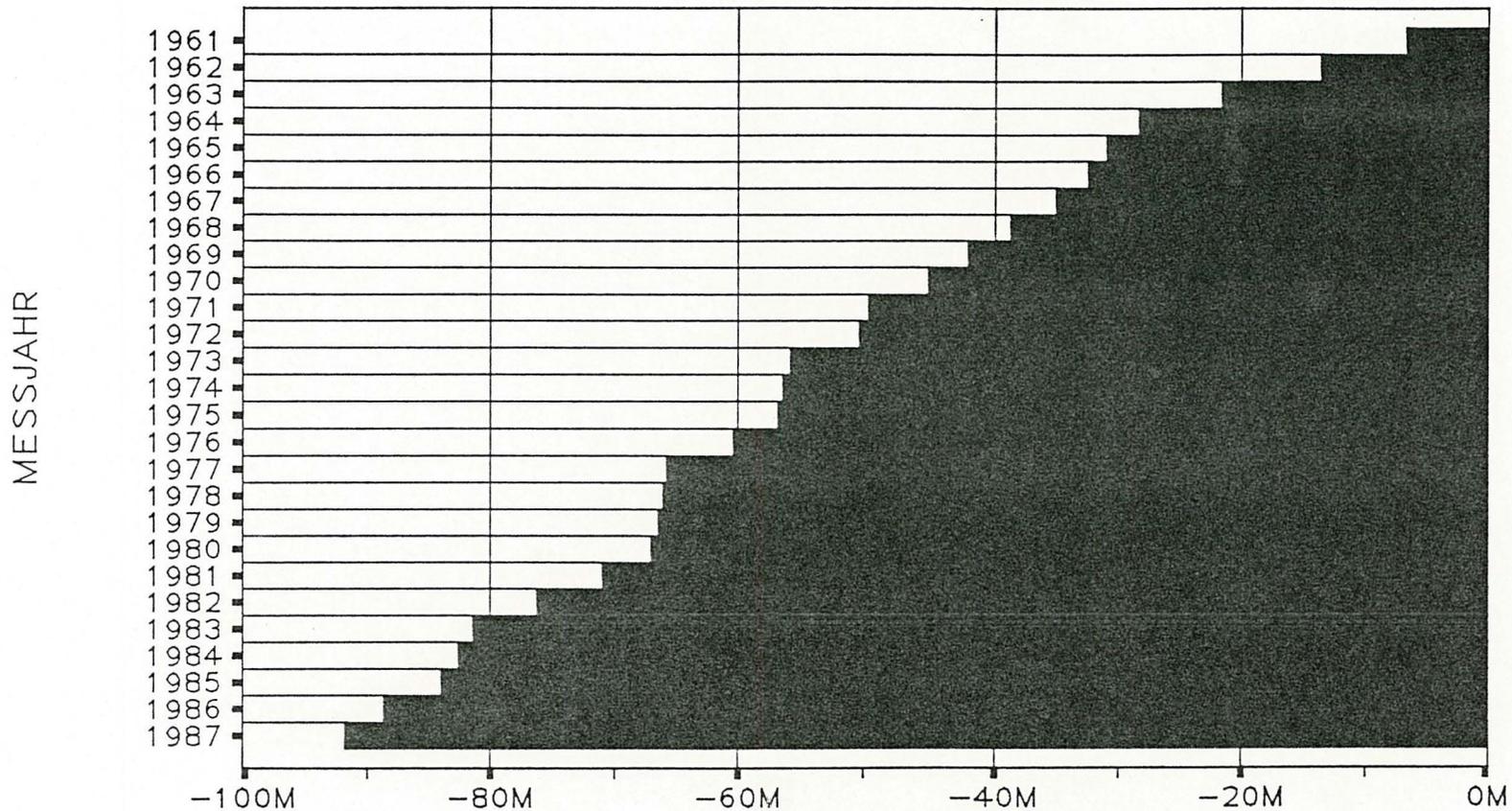
1960-1987



H.SLUPETZKY, ABT. F. SCHNEE- UND GLETSCHERKUNDE, INST. F. GEOGRAPHIE
HOCHGEBIRGSFORSCHUNGSSTELLE RUDOLFSHUTTE - UNIVERSITÄT SALZBURG

RIFFELKEES KUMULATIVE LANGENÄNDERUNG

1960-1987



Dank

Der Hydrologischen Landesabteilung Salzburg beim Amt der Salzburger Landesregierung und dem Hydrographischen Zentralburo in Wien bin ich für die Bereitstellung von Mitteln für die Durchführung der wichtigsten Feldarbeiten und für die Auswertearbeiten sehr zu Dank verpflichtet; damit kann der Wasser- und Eishaushalt in einem hochalpinen vergletscherten Einzugsgebiet gemessen bzw. abgeschätzt werden. - Mein Dank gilt auch den Mitarbeitern bei den Feldarbeiten und bei den Auswertungen, zumeist Studenten und Mitglieder des Instituts für Geographie der Universität Salzburg und der Fachhochschule Bochum, Fachbereich Vermessungswesen, besonders Herrn Prof. Dr. Ing. Rolf Puruckherr, Fachhochschule Bochum, für die Leitung der geodatischen Vermessungen sowie vor allem auch Herrn R. Winter, Enzingerboden, für die Totalisatormessungen. - Der Eisenbahner-Sportverein (Hr. P. Gribitz) stellte dankenswerterweise wieder das Sportheim Weißsee zur Verfügung, weiters wurde die Hochgebirgsforschungsstelle Rudolfshutte der Universität Salzburg als Stützpunkt genutzt. Herr Lackner besorgte freundlicherweise die Reinschrift dieses Berichtes. Herrn Koll. Dr. J. Strobl danke ich für die EDV-Unterstützung und die Computer-Graphiken.

Salzburg, im Juni 1988

Ao.Univ.-Prof. Dr. Heinz Slupetzky