

Berichte

Der Firnzuwachs pro 1967/68 in einigen schweizerischen Firngebieten

55. Bericht

Von

A. LEMANS

Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt

A. Verdankungen und Quellenangaben

Die in unserem Bericht zusammengestellten Messungen wurden wie in früheren Jahren von folgenden Instituten und Einzelpersonen ausgeführt:

Clariden: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (MZA).

Jungfraufirn: Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH.

Berninagebiet: Dr. G. GENSLER, MZA.

Die meisten Pegelablesungen im Claridengebiet stammen von S.A.C.-Hüttenwart B. MARTI (Linthal).

Allen, die an diesen Messungen mitgearbeitet oder uns ihre Ergebnisse mitgeteilt haben, sei bestens gedankt.

B. Witterung und Schneeverhältnisse

Auch im hydrologischen Jahr 1967/68 (1. Oktober 1967 bis 30. September 1968) konnte allgemein eine Zunahme der Firnfelder beobachtet werden. Wir können nun bereits auf eine Reihe von vier aufeinanderfolgenden Jahren zurückblicken, die alle den Gletschern reichlich Nahrung gegeben haben. Eine Anzahl von kleineren Gletschern zeigen bereits Anzeichen eines Längenwachstums, während die grossen Gletscher im allgemeinen träger reagieren. Für Details in dieser Hinsicht müssen wir auf eine kommende Publikation von P. KASSER [1] verweisen. Unwillkürlich denkt man zurück an die Zeit des ersten Weltkrieges, als der letzte bescheidene Gletschervorstoss in den Alpen während des Winters 1967/68 geringer als im Vorjahr. Die Jahressummen (Oktober 1967 bis September 1968) waren am Alpennordhang strichweise mit jenen des Vorjahres vergleichbar, im allgemeinen aber ebenfalls kleiner. Doch muss festgehalten werden, dass sowohl die Winterniederschläge,

Der Sommer 1968 hinterlässt in der Schweiz einen ziemlich unfreundlichen Eindruck. Von den fünf Monaten Mai bis September hatte nur der Juni eine normale Mitteltemperatur. Die vier anderen Monate hatten unternormale Temperaturen, eine überdurchschnittliche Häufigkeit von Niederschlagstagen und dementsprechend zu wenig Sonnenschein. Die Niederschläge waren in den Alpen während des Winters 1967/68 geringer als im Vorjahr. Die Jahressummen (Oktober 1967 bis September 1968) waren am Alpennordhang strichweise mit jenen des Vorjahres vergleichbar, im allgemeinen aber ebenfalls kleiner. Doch muss festgehalten werden, dass sowohl die Winterniederschläge,

als auch die Jahresniederschläge allgemein noch über dem langjährigen Durchschnitt lagen. Nur das Wallis, wo leichte Trockenheit herrschte, macht hier eine Ausnahme. Das hervorragendste Merkmal des Winters 1967/68 war jedoch die Konzentration der Niederschläge auf den Monat Januar. In diesem Monat fielen in den nördlichen Alpen das 3fache bis 4fache der normalen Niederschlagsmenge. An manchen Orten wurde der höchste Wert seit 1900, zum Teil sogar seit mehr als 100 Jahren notiert. Die Alpensüdseite und das Engadin blieben aber verschont, weil die meisten niederschlagsreichen Störungen von Nordwesten her gegen die Alpen zogen.

Hier die Monatssummen im Januar 1968 für eine Auswahl von Stationen:

Barberine	364 mm	Andermatt	413 mm
Leysin	325 mm	Gütsch	447 mm
Montana	333 mm	Muotatal	419 mm
Oberwald (Wallis)	376 mm	Auen-Linthal	478 mm
Mürren	451 mm	Braunwald	510 mm
Grimsel-Hospiz	692 mm	Klosters	365 mm

An den meisten Beobachtungsstationen der Alpennordseite fiel Regen oder Schnee an allen Tagen vom 1. bis zum 14. Januar. Am 7. und 8. Januar wurden in verschiedenen Dörfern Neuschneemengen zwischen 40 und 70 cm pro 24 Stunden gemessen. Die grössten Mengen kamen erst später, nämlich am 24., 25., 26. und 27. Januar. Die grössten Tagesniederschläge wurden am 26. Januar gemessen, stellenweise um 80 mm (Wasserwert).

	Neuschnee (in cm) am Morgen des			
	25.	26.	27.	28. Januar 1968
Leysin	40	39	45	8
Adelboden	43	24	64	?
Mürren	23	45	76	21
Grindelwald-Bort	52	65	77	9
Andermatt	33	26	66	?
Braunwald	48	81	73	?
Arosa	31	48	68	18
Davos	18	42	79	15

Verheerende Lawinen gingen vielerorts zu Tal und verursachten besonders in den Bündner und Urner Alpen viele Menschenopfer und grossen Sachschaden. Wie es bei einer solchen Wetterlage in den eigentlichen Hochalpen aussieht, kann man nur ahnen. Der Berichterstatte hat zufälligerweise 6 Wochen später in dieser Hinsicht Erfahrungen sammeln können, als er bei einer ganz ähnlichen Wetterlage am 11. März 1968 in der Claridenhütte eingeschneit wurde. Wiederum herrschte eine Nordwestlage, wie übrigens auch im Fall der Lawinenkatastrophe am 20. Januar 1951. Mit einer kleinen Gruppe von SAC-Mitgliedern befanden wir uns auf einer Sektionstour. Am 10. und 11. März fielen in den Urner und Glarner Alpen Niederschlagsmengen bis zu 100 mm (in 48 Stunden), während andere Kantone weniger betroffen wurden. Schon nach der ersten Nacht lagen 55 cm Neuschnee, so dass wir im Schneesturm weder einen Aufstieg, noch die Rückkehr durch ein enges Tal nach Linthal riskieren konnten. Nach 40 Stunden hörte der Schneefall glücklicherweise auf, aber in dieser Zeit war immerhin 125 cm Neuschnee gefallen (siehe Tabelle C 1)! Vermutlich erreichte die Schneehöhe auf dem Claridenfirn am 12. März ihr Maximum, aber wir konnten die Firnpegel nicht erreichen! Zahlreiche Lawinen gingen an diesem Tage nieder und blockierten u. a. die Gotthardbahn im Reusstal. Erst am 13. März verliessen wir unsere Hütte und zogen am unteren Firnpegel vorbei zum Gemsfarenstock, um von dort nach Urnerboden und Linthal abzufahren.

Da der Oktober 1967 warm und sehr sonnig war, blieben die niedrigeren Berge noch bis gegen Ende Monat schneefrei. Am 29. Oktober wurden die vier Stationen Gütsch, St. Gotthard, Säntis und Weissfluhjoch definitiv eingeschneit¹. Für das Weissfluhjoch kam dieses Ereignis 10 Tage später als normal, für den St. Gotthardpass dagegen etwas zu früh. Bis Ende Jahr blieben die Schnee-

¹ Strikt genommen, war der Säntis Ende November noch zwei Tage schneefrei.

Tabelle B 1. Schneehöhen auf unvergletscherten Bergstationen

Stationen	Gütsch	Säntis	Weissfluhjoch
	ob Andermatt		ob Davos
Höhe des Messfeldes (m ü. M.)	2290	2350	2540
28. Oktober 1967	0	0	0
29. Oktober	2	3	2
7. November	35	42	51
26. November	5	0	20
28. November	25	3	35
5. Dezember	15	3	33
8. Dezember	60	47	60
16. Dezember	35	40	50
20. Dezember	80	98	83
31. Dezember 1967	100	175	83
5. Januar 1968	150	230	120
10. Januar	260	310	153
15. Januar	310	380	168
24. Januar	270	330	158
28. Januar	370	490	250
3. Februar	305	485	204
13. Februar	330	508	197
2. März	300	470	191
12. März	430	550	242
23. März	380	600	230
2. April	325	—	192
13. April	355	525	211
24. April	285	320	170
5. Mai	260	350	172
8. Mai	350	340	195
22. Mai	270	270	194
2. Juni	170	80	156
14. Juni	70	0	127
21. Juni	40	14	118
29. Juni	0	0	80
9. Juli	0	0	0

höhen unternormal. Im Januar 1968 stiegen sie dann, wie schon erwähnt, sehr rasch an. Auf dem Versuchsfeld vom Weissfluhjoch wurde Ende Januar das Maximum des Winters erreicht. In den nachfolgenden Monaten folgten die Schneehöhen einer normalen Kurve. Nach einem warmen April folgte ein zu kühler und trüber Mai. In den höchsten Firnregionen wurde die grösste Schneehöhe wahrscheinlich in der zweiten Hälfte Mai erreicht. Im Juni und in der ersten Dekade vom Juli setzte die Ablation ein die zwar nicht sehr rasch vor sich ging, denn der Juni wies nur eine normale Temperatur auf. Das Weissfluhjoch wurde zur normalen Zeit schneefrei, der St. Gotthardpass dagegen drei Wochen zu spät². Nach dem 10. Juli setzte kühleres und unbeständiges Wetter ein und bis Ende Sommer wurde es dann nicht mehr viel besser. Die Schneehöhen nahmen nur noch am tieferen Claridenpegel (2700 m) weiter ab, während sie bei der oberen Boje und auf dem Jungfraufrirn wieder zunahmen (siehe die Tabellen C 1 und E).

Die Tabellen B 2 bis B 4 dienen wie in früheren Berichten der Darstellung des Temperaturverlaufes im Gebirge und in der freien Atmosphäre während der Periode Mai bis September 1968. Unter den Monatsmitteln in Tabelle B 2 kommt überhaupt keine positive Abweichung vor und der

² Der Säntis war am 8. Juni nur für einen Tag schneefrei.

Tabelle B 2. Monatsmittel der Lufttemperatur auf Bergstationen

M = Monatsmittel 1968, A = Abweichung vom durchschnittlichen Monatsmittel 1901—1960

Station Höhe (m ü. M.)	Gütsch 2287		Säntis 2500		Weissfluhjoch 2667		Jungfrauoch 3578	
	M	A	M	A	M	A	M	A
	Mai 1968	0,1	-1,1	-0,8	-0,6	-1,4	-0,7	-6,8
Juni	4,4	-0,2	2,8	0,0	2,5	0,0	-3,5	-0,1
Juli	6,8	-0,4	4,5	-0,5	4,2	-0,5	-1,6	-0,3
August	5,7	-1,7	3,4	-1,6	3,2	-1,8	-2,8	-1,6
September	4,0	-1,0	1,8	-1,1	1,7	-1,2	-3,9	-0,8
Mai-September	4,2	-0,9	2,3	-0,8	2,0	-0,9	-3,7	-0,6

Tabelle B 3. Temperatursummen (Summen der positiven Tagesmittel) auf Bergstationen (gemessen) und Firnfeldern (berechnet)

Für Clariden wurden die Tagesmittel von Gütsch, für Silvretta diejenigen von Weissfluhjoch und für Jungfrau firn diejenigen von Jungfrauoch der Höhe entsprechend reduziert

Ort Höhe (m ü. M.)	Gütsch 2287		Clariden 2700 2900		Säntis 2500	Weiss- fluhjoch 2667	Silvretta 2750	Jungfrau- joch firn 3578 3350	
	Mai 1968	40	8	3	37	28	22	0	1
Juni	135	74	49	105	97	87	12	19	
Juli	212	141	110	151	151	140	38	55	
August	178	102	67	115	111	97	1	10	
September	121	58	35	68	74	63	1	5	
Mai-September	686	383	264	476	461	409	52	90	

Monat August kann sogar als recht kalt bezeichnet werden. Vergleichen wir das Gesamtmittel aller fünf Monate mit früheren Werten aus der Säntisreihe, so finden wir seit 1916 nur 4 noch kältere Sommer (1965, 1954, 1940 und 1925), von 1901 bis 1916 jedoch 8 Sommer. Der Sommer 1968 war in ganz Europa zu kalt. Aus den täglichen Radiosondierungen können wir die mittlere Temperatur der Atmosphäre zwischen zwei Druck- oder Höhenniveaus auch für längere Zeiträume ableiten, z. B. für die Periode Mai bis September [2]. Wählen wir die Luftschicht zwischen 1000 mb (nahe dem Boden) und 500 mb (um 5500 m ü. M.), so zeigen sich drei Regionen mit einem relativen Defizit (verglichen mit der Standardperiode 1949–1963). Über der nördlichen Hälfte Skandinaviens war die Abweichung am grössten (-1° bis -2°). Ein zweites Gebiet mit einer Abweichung von -1° lag genau über unserem Land, während ein drittes Mangelgebiet sich von Irland westwärts erstreckte (-1°).

Die in Tabelle B 3 enthaltenen Summen positiver Tagestemperaturen lassen sich in Beziehung setzen zur Schneeschmelze. In analoger Weise werden ja auch Temperatursummen korreliert mit dem Pflanzenwachstum – nur gilt dann das umgekehrte Vorzeichen für das Wachstum. Auf dem Säntis sind seit 1916 nur zwei geringere Fünffmonatssummen vorgekommen, nämlich in 1940 und 1965. In den acht Jahren 1909 bis 1916 kamen nicht weniger als 6 kleinere Summen vor! Die diesjährige Summe für die Station Säntis (476 Gradtage) entspricht 79% des Normalwertes (1901–1960). Die Summe für das ganze hydrologische Jahr 1967/68 beträgt 691 Gradtage (102% des Normalwertes). Infolge des mildereren Winterhalbjahres fiel das gesamte Jahr normal aus.

Im Berninengebiet existiert erst seit kurzem eine meteorologische Beobachtungsstation auf dem Piz Murtel. Es ist daher besser, für die Berechnung von Temperatursummen Radiosondierungen heranzuziehen (Tab. B 4). Das in der letzten Kolonne angegebene gewogene Mittel aus den Werten von Mailand und München kann für diese Gegend als repräsentativ betrachtet werden.

Tabelle B 4. **Temperatursummen in der freien Atmosphäre (Niveau 700 mb = ca. 3100 m ü. M.) nach Radiosondierungen**

(Mittel aus 1-h- und 13-h-Aufstieg, berechnet von G. GENSLER)

Ort	Payerne	München	Mailand	$\frac{2}{3}$ Mailand + $\frac{1}{3}$ München	
Mai 1968	3	6	6	6	
Juni	36	32	45	41	
Juli	76	64	103	90	
August	46	35	62	53	
September	24	15	38	30	
Mai-September	185	152	254	220	

Tabelle B 5. **Sonnenscheindauer auf meteorologischen Vergleichsstationen**

a = absolut, in Stunden b = in Prozent der maximal möglichen Sonnenscheindauer
c = in Prozent des langjährigen Mittelwertes (1931—1960)

Ort	Ablationsperiode Mai-September 1968			Hydrologisches Jahr Okt. 1967 bis Sept. 1968		
	a	b	c	a	b	c
Säntis	819	37	90	1892	43	101
Braunwald	784	42	92	1602	46	102
Gütsch	886	44	91	1929	48	101
Jungfrauojoch	836	40	90	1820	45	103
Disentis	869	45	89	1717	49	97
Landquart-Plantah.	870	47	92	1649	48	98
Weissfluhjoch	837	42	90	1955	48	101
Davos-Platz	825	46	94	1712	50	103
St. Moritz	819	45	89	1656	46	92
Schuls	847	45	87	1733	50	97

Die Sonnenscheindauer war im hydrologischen Jahr 1967/68 normal. Der Sommer wies dagegen ein beträchtliches Defizit auf. Nur der Monat Juni wies eine normale Sonnenscheindauer auf. Die Monate Mai, Juli, August und September waren alle arm an Sonnenschein, besonders der Monat August, der zu den trübsten seit 1900 gehört (73% des Normalwertes für die Stationen, die in Tab. B 5 aufgeführt sind).

C. Clariden

Die langen Pegelrohre aus Aluminiumlegierung (Anticorodal), die wir erstmals im Herbst 1967 auf dem Claridenfirn errichteten, haben sich im ersten Jahr gut bewährt. Auch wenn sich ebenso extrem grosse Schneefälle ereignet hätten, wie im Vorjahr, wären sie nicht zugedeckt worden. Während die Frühjahrsmessung im Vorjahr sehr spät, nämlich am 21. Juni 1967 stattfand, konnten wir dieses Jahr den Firn bereits am 25. Mai 1968 begehen, also etwa 4 Wochen früher. In bezug auf die Entwicklung der Schneedecke war das Datum günstig gewählt. Ausserdem ermöglichte die günstige Witterung eine rasche Abwicklung der Arbeiten. Die Winter-Schneedecke bei der oberen Boje hatte genau denselben Wasserwert wie am 3. Juni 1965. Vermutlich ist an dieser Stelle das Schneehöhenmaximum kurz vor unserer Begehung eingetreten. Es ist möglich, dass anlässlich der starken März-Niederschläge eine annähernd gleich grosse Schneehöhe erreicht wurde, doch besass die Schneedecke im März sicher einen geringeren Wasserwert als Ende Mai. Wir schätzen die grösste Höhe auf **580 cm**. Bei der unteren Boje kann das Datum der grössten Schneehöhe dank unserer eigenen Messung am 13. März eindeutig auf den 12. März 1968 festgelegt werden. Die grösste Höhe schätzen wir auf **595 cm**.

Die obere Boje neigte sich ca. 30° aus der Vertikalen. Vermutlich als Folge dieser Abweichung haben wir bei der Grabung den Ocker nicht gefunden. Es kam jedoch wie im Vorjahr in 552 cm Tiefe eine deutliche Trennung zwischen dichtem, feinkörnigem Winterschnee und lockerem stark metamorphem Herbstschnee zum Vorschein. 25 cm tiefer lag eine dicke Eisschicht, die auch im Herbst wieder aufgefunden wurde. Da der Ocker im Herbst 1968 in der Mitte dieser 25 cm aufgefunden wurde, kann seine Lage für den 25. Mai sozusagen auf 1 cm genau rekonstruiert werden. Die Ockerschicht hat sich gegenüber der Pegelstange im Laufe des Jahres um 53 cm gesenkt. Eine erste Senkung von 28 cm erfolgte bereits im Laufe des sehr warmen Oktobers 1967 infolge Abschmelzung und Setzung. Bei der unteren Boje betrug analog die relative Verschiebung von September 1967 bis September 1968 64 cm. Die in der Tabelle C 1 mitgeteilten Schneehöhen sind auf die Ockerschicht als Nullpunkt reduziert worden.

Tabelle C 1. Schneehöhen auf Clariden nach Pegelablesungen (in cm)

Messplatz: Höhe (m ü. M.)	Hüttenpegel	Unterer Firnpegel	Oberer Firnpegel
	2440	2700	2900
18. September 1967	—	0	0
22. Oktober	—	(-42)	(-28)
26. November	30	50	—
2. März 1968	285	430	410
10. März	300	—	—
11. März	355	—	—
12. März	415	(595)	—
13. März	388	565	—
29. März	310	490	450
14. April	315	495	510
20. April	280	465	475
27. April	280	460	485
15. Mai	—	500	560
17. Mai	287	—	—
25. Mai	280	518	568
2. Juni	240	485	527
28. Juli	40	315	412
13. August	0	270	395
16. August	20	250	—
8. September	0	297	450
14. September	—	288	—
19. September	—	—	470

Die unbeständige Witterung im Hochsommer 1968 brachte mit sich, dass in dieser Zeit an den Firnpegeln nur wenige Ablesungen gemacht wurden. Aus den wenigen vorliegenden Werten schliessen wir, dass das Herbstminimum Ende August oder Anfang September eingetreten ist.

Unsere Herbstkampagne musste wegen starken Regenfällen am 15. September 1968, die gefolgt wurden von Schneefall bis 1950 m, unterbrochen werden. Die Altschneereste beim Walenbach hatten etwa dieselbe Ausdehnung wie im Vorjahr. Die Messungen bei der unteren Boje fanden am 14. September 1968 statt. Die jährliche Wanderung des Pegels betrug 5,3 m gegen S, also merklich mehr als gewöhnlich. Nach der Theodolitermessung hat die Firnoberfläche sich seit September 1967 um 1,3 m gehoben. Innerhalb der letzten 4 Jahre hat hier eine absolute Zunahme der Firndicke von **6,2 m** stattgefunden. Den Ocker fanden wir durch Grabung in **282 cm** Tiefe. Der Wasserwert dieses Jahreszuwachses betrug mit **155 cm** genau so viel wie im Herbst 1965 und mehr als im Vorjahr. Die obersten 20 cm bestanden aus Neuschnee (Wasserwert 76 mm).

Die Route zum oberen Firnplateau wurde erst am 19. September 1968 begangen. Wegen der Zunahme des Neuschnees in den Vortagen war die Begehung des Gletschers ohne Ski mühsam und erforderte doppelt soviel Zeit, wie unter guten Umständen üblich ist. Spalten wurden am Weg

nicht gefunden. Die obere Boje war seit September 1967 um 13,9 m gegen Nordosten gewandert. Die absolute Erhöhung der Firnoberfläche – optisch gemessen – betrug in derselben Zeit 1,7 m. Seit Herbst 1966 hat die absolute Höhe des Firns hier um **6,0 m** zugenommen. Hier fanden wir den Ocker in **470 cm** Tiefe. Der Wasserwert des Firnzuwachses betrug **243 cm**, wiederum genau denselben Wert wie im Herbst 1965. Sondierungen waren nur bis zu einer Eislamelle in 289 cm Tiefe möglich.

Nach unserer Herbstmessung hat die Schneedecke vermutlich nicht mehr abgenommen. Jedenfalls liegt eine Pegelablesung vom 20. Oktober vor, die eine neue Zunahme der Schneehöhen bestätigt.

Tabelle C 2. **Firnzuwachs auf Clariden nach Grabungen**

Messperiode	Messplatz m ü. M.	Schnee- höhe cm	Wasser- wert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m ³
18. September 1967—25. Mai 1968	2700	518	—	—
18. September 1967—25. Mai 1968	2900	564	245	435
18. September 1967—15. September 1968	2700	282	155	550
18. September 1967—19. September 1968	2900	470	243	517

Die Tabelle C 3 zeigt, dass die Jahresniederschläge in diesem Gebiet jenen des Vorjahres gleichkommen. Die Winterniederschläge – auf gleiche Zeiträume bezogen – waren bedeutend kleiner als im Winter 1966/67, aber doch noch überdurchschnittlich. Der Totalisator auf dem Geissbüztstock wies nochmals ein unerklärliches Defizit auf, eine Erscheinung, die vor 1967 nie vorgekommen ist. Nur mehrere Kontrollen des Apparates, im Laufe des Winters vorgenommen, könnten Licht in dieser Sache bringen [3].

Tabelle C 3. **Niederschlag im Umkreis der Clariden**

W (Winter) = Periode vom 15. September 1967 bis 25. Mai 1968

S (Sommer) = Periode vom 26. Mai bis 18. September 1968

G = W+S = Periode vom 15. September 1967 bis 18. September 1968

H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Okt. 1967 bis 30. Sept. 1968

N = Normale Jahressumme = Mittel der Jahre 1901—1940

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Auen (Linthal)	815	121	66	187	193	169	114
Tierfehd (Linthal)	810	130	76	206	211	—	—
Urnerboden	1350	97	80	176	182	173	105
Braunwald	1190	129	78	207	216	189	114
Elm	962	120	71	191	195	153	127
Disentis	1173	87	49	136	137	129	106
<i>Totalisatoren:</i>							
Claridenhütte	2480	131	80	211	217	—	—
Geissbüztstock	2710	(126)	74	(200)	(207)	345	(60)

D. Silvretta und Engadin

Auch im Silvrettagebiet fielen in der Berichtsperiode etwas kleinere Niederschläge als im Vorjahr. Die Winterniederschläge (berechnet für den Zeitabschnitt Oktober 1967 bis Mai 1968) waren um etwa 10% geringer als im Winter 1966/67. Bei der Begehung des Silvrettafirns im Frühsommer betrug der Wasserwert der Schneeschicht am Firnpegel nur 80% des vorjährigen Wertes. Im Gletschervorfeld fand man sogar weniger als die Hälfte des vorjährigen Wertes. Bei der Herbstmessung am 26. September 1968 konnte der Ocker nicht gefunden werden. Der Firnzuwachs von **95 cm** wurde aus der Interpretation der Schneeschichtung abgeleitet. Diese Schätzung wird auf etwa ± 10 cm

genau sein. Der Firnzuwachs an dieser Stelle ist also ungefähr gleich gross wie im Jahr 1966/67 und kann als überdurchschnittlich bezeichnet werden. Der ganze Gletscher blieb während des Sommers schneebedeckt. Über die grösste Schneehöhe wissen wir nichts, weil am Pegel leider keine Zwischenablesungen gemacht worden sind.

Tabelle D 1. Firnzuwachs und Schneemessungen auf Silvretta

Messort	Höhe m ü. M.	Messperiode	Schneehöhe cm	Wasserwert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m ³
Firnpegel	2750	20. 9. 67—25. 6. 68	291	150	515
Vorfeld	2460	20. 9. 67—26. 6. 68	146	77	527
Firnpegel	2750	20. 9. 67—26. 9. 68	(95)	(40)	(417)

Tabelle D 2. Niederschlag im Umkreis der Silvretta und im Engadin

W (Winter) = Periode vom 20. September 1967 bis 25. Juni 1968
 S (Sommer) = Periode vom 26. Juni bis 24. September 1968
 G = W+S = Periode vom 20. September 1967 bis 24. September 1968
 H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Okt. 1967 bis 30. Sept 1968
 N = Normale Jahressumme = Mittel der Jahre 1901—1940

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Weissfluhjoch	2540	85	45	130	130	117	112
Davos-Platz	1561	75	35	110	111	100	111
Klosters	1200	104	40	144	145	128	113
St. Antönien	1460	103	48	151	150	138	109
Schuls	1253	57	24	80	82	71	116
Susch	1430	50	21	71	71	76	94
Bever	1712	65	27	92	92	88	105
St. Moritz	1853	64	27	91	91	94	97
Bernina L. Bianco	2240	160	66	226	220	170	129
<i>Totalisatoren:</i>							
Silvretta-Vorfeld	2460	147	69	217	217	—	—
Silvretta-Hütte	2370	81	50	131	131	146	90
Alp Novai	1360	95*	47*	142*	142	—	—

* Für diesen Totalisator war die Beobachtungsperiode wie folgt:

W: 17. Oktober 1967 bis 25. Juni 1968.

S: 26. Juni bis 30. Oktober 1968.

G: 17. Oktober 1967 bis 30. Oktober 1968.

Im Berninamassiv wurden wiederum mittels Fernrohrbeobachtungen von Samedan aus folgende Resultate erhalten:

	Änderungen der absoluten Höhe der Firnoberfläche:		Effektiver Firnzuwachs am:	
	Misaun	Rosatsch	Piz Palü	Persgletscher- abbruch
	3010 m	3100 m	3850 m	3175 m
20. Okt 1967	—0,6 m	—0,3 m	+ ½ m	— ¼ m
18. Febr. 1968	+1,3 m	+1,4 m	+2 m	+1½ m
27. Juli 1968	+0,2 m	+0,3 m	+3 m	+2¼ m
14. Aug. 1968	+0,4 m	+0,4 m	+3 m	+2½ m

Diese Änderungen sind auf den 19. August 1967 bezogen. Die zwischen 1966 und 1967 entstandene zwei Meter hohe Gipfelwächte auf der Firnkuppe des Piz Palü wurde wieder abgebaut. Damit ist die absolute Höhe der Firnkuppe wieder gleich wie im Sommer 1966. Der Firnzuwachs an den obersten Firnkuppenabbrüchen des Piz Palü beträgt seit 1964 10 m und seit 1961 16 m. Beim Abbruch des Persgletschers beläuft der Zuwachs sich auf ca. 8½ m seit 1964 und auf ca. 13 m seit 1961.

In eisfreiem Gelände zeigte die Ausaperung Mitte August 1968 einen Rückstand von ca. 5 Tagen gegenüber dem bereits schneereichen Vorjahr. Da der Herbst 1968 trüber und kälter war als der Herbst 1967, kann man die Endausaperung mit dem Zustand in den Jahren 1939, 1948 und 1960 vergleichen. Von 33 Vergleichsjahren zeigten nur vier eine noch geringere Ausaperung (1936, 1951, 1961 und 1966). In den vier letztgenannten Jahren war der Misaungletscher – gleich wie in 1968 – Mitte August auch an den tiefsten Punkten (2850 m ü. M.) noch von Winterschnee bedeckt. Bei nur wenig grösseren Winterniederschlägen hätte der Firnzuwachs in diesem Gebiet am Ende des Nivaljahres 1967/68 eine Rekordhöhe erreicht.

E. Jungfraufirn

Tabelle E. Schneehöhen auf dem Jungfraufirn, bezogen auf den 18. September 1967, in cm

(Pegel 3 der Schweizerischen Gletscherkommission, 3350 m ü. M.)

18. September 1967	0*	16. April	345*
8. Oktober	25	7. Mai	425
22. Oktober	15	13. Mai	425
5. November	70	16. Juni	405*
13. November	75	22. Juni	405
28. November	85	7. Juli	345
14. Dezember	70	13. Juli	325*
13. Januar 1968	185	20. Juli	345
30. Januar	265	26. Juli	365
10. Februar	315	15. August	405
16. Februar	300*	22. August	415
29. Februar	305	5. September	425
24. März	335	12. September	431*

* Diese Pegelablesungen wurden an Ort und Stelle gemacht, während die übrigen Angaben auf Fernrohrablesungen vom Jungfraujoch aus beruhen und naturgemäss weniger genau sind.

Die Messungen am Pegel P 3 auf dem Jungfraufirn, sowie jene am Pegel P 5 (3500 m) auf dem nordöstlichen Jungfraufirn und am Pegel P 11 (3440 m) auf dem Ewigschneefeld, zeigen alle den gleichen Verlauf. Nach einem wenig ausgeprägten Maximum im Frühsommer nahmen die Schneehöhen bis Mitte Juli 1968 um höchstens einen Meter ab, worauf wieder ein kräftiger Anstieg folgte. Der im September 1968 gemessene Endzuwachs war grösser als das frühsommerliche Maximum und kann als leicht überdurchschnittlich bezeichnet werden.

F. Résumé

Mit Ausnahme des Wallis erhielten die Alpen im Winter 1967/68 überdurchschnittliche Niederschläge, die im Januar 1968 sogar eine ausserordentliche Intensität erreichten. Der Sommer 1968 war gekennzeichnet durch zu tiefe Temperaturen, zu wenig Sonnenschein und häufige Niederschläge, besonders in der zweiten Hälfte. Der August war der ungünstigste Monat dieser Periode. Der Firnzuwachs, der im Herbst 1968 in den Glarner und Bündner Alpen beobachtet wurde, war stark übernormal. Ähnlich hohe Werte wurden in den letzten 50 Jahren nur 7- oder 8mal beobachtet. Gegen Westen hin traf man normalere Verhältnisse an.

Literaturnachweis

- [1] P. KASSER: Die Gletscher der Schweizer Alpen 1967–1968, 89. Rapport (Publikation der Gletscherkommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft), wird Dezember 1969 in der Zeitschrift *Die Alpen* erscheinen.
- [2] Grosswetterlagen Europas, Publikation des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach (Main), enthalten Monatsmittelwerte.
- [3] A. LEMANS: Der Firnzuwachs pro 1966/67 in einigen schweizerischen Firngebieten, 54. Bericht, *Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft in Zürich*, Jahrg. 113 (1968).