

# Berichte

## Der Firnzuwachs pro 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten

57. 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.

Silvretta: Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung.

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

Im Berichtsjahr fiel die Firnbilanz weder nach der einen Seite, noch nach der anderen Seite stark «aus dem Rahmen», so dass wir wie im Vorjahr von annähernd «normalen» Verhältnissen sprechen können. Was den Witterungsablauf betrifft, zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede. Waren die Niederschläge im Winter 1968/69 eher bescheiden, so brachte der Winter 1969/70 im Alpengebiet durchwegs starke Überschüsse, mit Ausnahme des Tessins und des Engadins. Wir betrachten in diesem Zusammenhang als «Winter» das kälteste Halbjahr, nämlich die Periode November bis April (gelegentlich auch die Periode Oktober bis Mai). Dieser Zeitraum war nun für viele Stationen des Alpengebiets **sehr niederschlagsreich** (Werte oberhalb des 11. Duodezils). Die Stationen Elm und Schwyz, die nicht weit vom Claridengebiet liegen und seit 1901 zuverlässige Messreihen aufweisen, erhielten sogar Rekordwerte.

Oktober 1969 war ein sehr trockener und in der Höhe ausserordentlich milder Monat. Auf dem Säntis wurde das höchste Monatsmittel seit 1882 (3,5 Grad) gemessen. Seit 1960 haben wir nun 8 zu milde und 7 zu trockene Oktobermonate erlebt. In der ganzen Schweiz wurden höchstens drei Niederschlagstage gezählt, und im Süden, sowie vereinzelt im Westen des Landes, fiel überhaupt

Tabelle B 1. Schneehöhen auf unvergletscherten Bergstationen

Stationen	Gütsch ob Andermatt	Weissfluhjoch ob Davos
Höhe des Messfeldes (m ü. M.)	2290	2540
9. November 1969	0	0
10. November	12	4
13. November	8	15
15. November	40	56
23. November	50	41
27. November	85	72
3. Dezember	75	54
5. Dezember	95	94
15. Dezember	65	64
19. Dezember	150	108
27. Dezember 1969	130	87
7. Januar 1970	115	93
17. Januar	150	116
2. Februar	175	117
3. Februar	240	191
4. Februar	320	215
12. Februar	370	240
17. Februar	370	219
21. Februar	420	245
25. Februar	500	310
18. März	405	248
20. März	450	297
13. April	480	283
15. April	<b>530</b>	302
25. April	450	264
2. Mai	495	<b>321</b>
3. Mai	515	320
23. Mai	460	285
10. Juni	345	227
30. Juni	140	114
18. Juli	10	57
20. Juli	0	42
26. Juli	0	0

nichts. In den ersten Novembertagen hielt das milde, sonnige Hochdruckwetter noch an. Dann drangen Tiefdruckgebiete vom Atlantik her in Mitteleuropa ein und brachten den Winteranfang in der Höhe. Säntis und St. Gotthard meldeten am 5. resp. am 6. November eine Schneedecke (für den Säntis etwa 10 Tage zu spät). Nach kurzen Föhnzwischenstadien am 7., 8. und 9. November erreichte eine weitere Kaltluftstaffel die Alpen, so dass am 10. November auch die Stationen Gütsch und Weissfluhjoch (3 Wochen zu spät) eingeschneit wurden. Vom 20. Dezember bis Ende Januar 1970 waren die Schneefälle (Alpensüdseite ausgenommen) sehr spärlich, so dass die Schneehöhen auf dem Versuchsfeld des Weissfluhjochs unterdurchschnittlich blieben (Tabelle B1). Der Monat Februar 1970 war dagegen ausserordentlich niederschlagsreich. Manche Stationen in den Alpen, den Voralpen und im Jura, erhielten mehr als 400 mm, Grimsel und Braunwald sogar über 600 mm Wasser. Es wurden neue Rekorde gesetzt. Abgesehen vom 2. Februar wurde praktisch an jedem Tag ein bald bedrohliches Anwachsen der Schneedecke festgestellt. Die grössten Schneefälle ereigneten sich am 3., 4., 11., 22 und 25. Februar. Am 3., 22. und 25. Februar wurden strichweise Neuschneemengen zwischen 50 und 80 cm gemessen. Hier einige Gesamtschneehöhen vom 25. Februar:

Montana	205 cm
Münster (Wallis)	198 cm
Saanenmöser	210 cm
Andermatt	217 cm
Braunwald	246 cm
Flumserberg	280 cm
Schwägälp	312 cm
Davos	178 cm
St. Antönien	240 cm

Am 24. Februar, morgens um 5 Uhr, geschah in Reckingen (Wallis) eine eigentliche Lawinenkatastrophe, wobei eine Militärunterkunft, knapp ausserhalb des alten Dorfes, restlos zerstört wurde. Von Februar an blieben die Schneehöhen am Weissfluhjoch ständig  $\frac{1}{2}$  bis zu 1 Meter oberhalb des langjährigen Durchschnitts und zwar bis in den Sommer hinein. Die bereits Ende Februar erreichten Werte stehen nur wenig hinter den Maxima in April und Mai 1970 zurück. Die Frühlingsmonate März, April und Mai waren alle drei zu kalt, und der April brachte wesentlich überdurchschnittliche Niederschläge, die zum Schneehöhenmaximum der Berichtsperiode führten. Erst im Juni wurde die Schneeschmelze in der Höhe wirksam. Wegen der Zerstörung der Messstange am Säntis besitzen wir dieses Jahr keine zuverlässigen Schneehöhen dieser Station. Das Maximum betrug vermutlich 6 bis 7 Meter.

Die Temperaturverhältnisse während der Periode Mai bis September 1970 werden in den Tabellen B 2, B 3 und B 4 dargestellt. Im Mittel dieses Zeitabschnittes waren die Temperaturen normal (Abweichung  $0^\circ$  bis  $+0.2^\circ$ ). Die Station Gd. St. Bernard hatte verhältnismässig einen wärme-

**Tabelle B 2. Monatsmittel der Lufttemperatur auf Bergstationen**

M = Monatsmittel 1970, A = Abweichung vom Durchschnittswert 1901-1960

Station	Gütsch		Säntis		Weissfluhjoch		Jungfraujoch	
	Höhe (m ü. M.)		Höhe (m ü. M.)		Höhe (m ü. M.)		Höhe (m ü. M.)	
	2287	2287	2500	2500	2667	2667	3578	3578
	M	A	M	A	M	A	M	A
Mai 1970	-0.7	-1.9	-2.4	-2.2	-3.2	-2.5	-8.7	-2.2
Juni	5.5	+0.9	4.2	+1.4	3.2	+0.7	-2.4	+1.0
Juli	6.9	-0.3	4.4	-0.6	4.4	-0.3	-1.5	-0.2
August	7.5	+0.1	5.4	+0.4	5.3	+0.3	-1.0	+0.2
September	7.1	+2.1	4.8	+1.9	4.7	+1.8	-1.0	+2.1
Mai-September	5.3	+0.2	3.3	+0.2	2.9	0.0	-2.9	+0.2

**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 Jungfraufirn diejenigen von Jungfraujoch der Höhe entsprechend reduziert

Ort	Gütsch	Clariden		Säntis	Weissfluhjoch	Silvretta	Jungfraujoch	
		2700	2900				firn	3350
Höhe (m ü. M.)	2287	2700	2900	2500	2667	2750	3578	3350
Mai 1970	17	3	1	3	2	1	0	0
Juni	166	95	64	136	110	97	6	16
Juli	219	151	119	156	162	150	31	56
August	232	157	124	173	173	160	25	47
September	215	138	103	153	152	138	16	36
Mai-September	849	544	411	621	599	546	78	155

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 1970	2	1	4	3
Juni	42	40	63	55
Juli	89	68	120	103
August	86	71	115	100
September	103	51	104	86
Mai-September	322	231	406	347

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 1970			Hydrologisches Jahr Okt. 1969 bis Sept. 1970		
	a	b	c	a	b	c
Säntis	852	39	94	1708	39	91
Braunwald	874	47	102	1532	44	97
Gütsch	984	49	101	1831	46	96
Jungfrauoch	886	42	96	1652	41	93
Disentis	920	48	94	1604	45	91
Landquart-Plantahof	971	53	102	1672	48	100
Weissfluhjoch	1001	50	107	1905	46	98
Davos-Platz	921	51	105	1644	48	99
St. Moritz	911	50	99	1633	46	90
Schuls	992	53	102	1766	51	99

ren Sommer als die Stationen in den nördlichen Alpenketten; dort lag das Fünftmonatsmittel  $0,6^\circ$  über der Norm. Auch die Gesamtsummen in der Tabelle B 3 unterscheiden sich nur wenig von denjenigen des Vorjahres. Die Fünftmonatssumme für die Station Säntis (621 Gradtage) entspricht 102% des Normalwertes der Vergleichsperiode 1901–1960. Die Summe für das ganze hydrologische Jahr 1969/70 beträgt 763 Gradtage (112% in bezug auf 1901–1960). Ein wesentliches Wärmedefizit trat 1970 nur im Monat Mai auf, während die vier übrigen Monate zusammen einen Wärmeüberschuss aufwiesen; dasselbe gilt für den Sommer im engeren Sinn, die Periode Juni bis August. (Im Gegensatz dazu waren die Monate Juni bis August 1969 im Mittel zu kühl gewesen.) Die Bergstationen aperten sehr spät aus: St. Gotthard am 5. Juli, Säntis am 4. August (spätestes Datum seit 1919!), Weissfluhjoch am 26. Juli (in den Jahren 1948 und 1965 erst im August).

Der Monat Juli war zu trocken, doch gerade um die Monatsmitte liess eine kräftige Kaltluftinvasion die Schneefallgrenze bis Davos und die Temperatur auf dem Jungfrauoch bis  $-11^\circ$  sinken. Wir vermuten, dass der tiefste Firnstand in Höhenlagen oberhalb ca. 3200 m gerade vor dieser Abkühlung, am 14. Juli, erreicht wurde. Nach der ersten Augustwoche wurde das Wetter ziemlich unbeständig, doch während des eher sonnigen und trockenen Septembers, der im Gebirge fast ebenso warm war wie der Hochsommer, setzte auf Firnen unterhalb 3000 m die Ablation wieder kräftig ein. In diesen Gebieten ist mit einem Firnminimum Ende September zu rechnen.

Betrachtet man die Temperaturverteilung in der unteren Hälfte der Atmosphäre (unterhalb der 500 mb-Fläche = 5500 m ü. M.) über Europa während des Sommers 1970, so findet man nur geringe Gegensätze, die von Monat zu Monat sich ändern. Über die fünf Monate Mai bis September hinweg zeigt sich im Mittel ein Wärmeüberschuss von  $0,5$ – $1,2$  Grad über Westeuropa, und ein Defizit von  $-1^\circ$  über

dem unteren Donaubecken und Südrussland. Normale Temperaturen herrschten über den Alpen, Deutschland und der Ostsee (Normalperiode 1949–1968).

Die Sonnenscheindauer war in der Periode Mai bis September 1970 normal, im hydrologischen Jahr 1969/70 (Oktober 1969 bis September 1970) leicht unterdurchschnittlich. Der Monat August erhielt zu wenig Sonnenschein, aber der September wog dieses Manko wieder voll auf.

### C. Clariden

Die beiden Anticorodalrohre, die wir am 11. und 12. September 1969 gesetzt hatten, und die anfänglich 6,7 m herausragten, neigten sich im Laufe des Winters so stark, dass sie im Frühjahr 1970 völlig im Schnee verschwanden. Die wenigen Pegelablesungen, die vor- und nachher gemacht wurden, sind daher unsicher. Eine zuverlässige Meldung besagte, dass die Bojen im Herbst 1969 weiter ausaperten, so dass die obere (bei 2900 m) am 2. November 680 cm herausragte und die untere (bei 2700 m) 775 cm. Da unmittelbar nachher sich die Winterschneedecke bildete, haben wir die Schneehöhen vom 2. November an gemessen. Die Zahlen in der Tabelle C 1 sind auch so noch mit Vorsicht zu betrachten. Aus den Meldungen vom März und April muss man schliessen, dass im Winter auf dem unteren Firnplateau (2700 m) wesentlich mehr Schnee abgelagert wurde als auf dem oberen. Der Unterschied muss etwa 50–100 cm betragen. Unsere Messungen im Herbst 1970 bestätigten diese überraschende Tatsache. Der Unterschied in der Jahresbilanz zwischen den beiden Messstandorten war nämlich mit 52 cm Schnee = 26 cm Wasser seit 1916 noch nie so gering! Die Schneeakkumulation erreichte ihr Maximum vermutlich Ende April oder im Mai. Wir schätzen die Höchstwerte für das obere Plateau auf **575 cm** ± 25 cm und für das untere Plateau auf **625 cm** ± 50 cm.

Die Frühjahrsmessung fand am 16./17. Juni statt. Auch zu diesem Zeitpunkt waren die Firnbojen noch nicht sichtbar. Wir hatten jedoch Glück. Bei 2900 m zog ein tellergrosser Neuschneefleck unsere Aufmerksamkeit auf sich. Dieses Häufchen Neuschnee füllte ein trichterförmiges Loch, und darin, in 10 cm Tiefe, befand sich die Spitze unserer Firnboje! Das Rohr richtete sich wegen seiner Elastizität sofort einen halben Meter auf, als wir den Schnee darüber lockerten. Die Grabung nach dem Ocker führte in 536 cm Tiefe zum Erfolg. Der Wasserwert von 277 cm wurde bisher nur in 1967 übertroffen. Am unteren Messplatz setzten wir eine Hilfsstange in ein 4 Meter tiefes Bohrloch, eine sogenannte Ablationsstange. Ihre Stellung im Herbst gestattete, rückwärts auf die Schneehöhe am 17. Juni zu schliessen (540 cm). Dabei muss man natürlich immer mit der Hypothese arbeiten, dass keine Touristen sich je an den Stangen zu schaffen machen! Diese Hypothese konnte in den vergangenen 55 Jahren leider nicht immer aufrecht erhalten werden. Auch die Totalisatormessungen werden gelegentlich von unvernünftigen Passanten gestört. So fanden wir im Apparat bei der Claridenhütte im Vorjahr einen 2 kg schweren Stein, ein anderes Mal viel zu viel Wasser.

Unsere Herbstkampagne fand vom 22. bis zum 24. September 1970 statt. Am ersten Tag zog eine schwache Wetterfront vorbei; die beiden folgenden Tage waren dagegen recht sonnig. Der Gletscher war nirgends ausgeapert und auch die Firnfelder im östlichen Vorgelände, die in den

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

Messplatz: Höhe (m ü. M.)	Hüttenpegel	Unterer Firnpegel	Oberer Firnpegel
13. September 1969	0	101	8
2. November	4	0	0
15. März 1970	—	465	405
18. April	<b>430</b>	<b>550</b>	490
17. Juni	320	540	<b>536</b>
28. Juli	90	380	—
1. August	90	370	390
16. August	20	350	330
22. September	0	250	—
24. September	0	—	290

letzten Jahren deutlich an Ausdehnung und Mächtigkeit zugenommen haben, waren grösstenteils mit frischem Schnee bedeckt. Beim Aufstieg von der Claridenhütte aus nahmen wir einige Sondierungen vor, von der Gletscherzunge (südöstlich des Gemsfärenstocks) bis zur unteren Firnboje. Die durchstossbare Schicht – die wohl den einjährigen Schnee darstellt – mass am ersten Hang 1 Meter, nahm dann im gewölbten Teil bis auf 50 cm ab und stieg im sehr flachen unteren Firnplateau bis 2 Meter an. Bei der unteren Boje wurde durch Grabung ein Firnzuwachs von **248 cm** ermittelt. Dem entspricht ein Wasserwert vom **139 cm**. Das spezifische Gewicht betrug schon an der Oberfläche 518 kg/m<sup>3</sup>, denn der letzte Schneefall lag mindestens eine Woche zurück. Mit dem Theodoliten konnte innerhalb der Fehlergrenze ( $\pm 10$  cm) keine Änderung der absoluten Firnhöhe seit dem Vorjahr festgestellt werden. Die horizontale Wanderung des Pegels betrug 3,9 m gegen Südosten. Da der Monat Oktober 1970 keinesfalls besonders warm war und schon am ersten Tag Schnee brachte, ist für die Zeit nach unserer Messung kein wesentlicher Firnabtrag mehr in Rechnung zu stellen.

Entlang der Route zum oberen Firnpegel trafen wir gleichviel Spalten an wie im Herbst 1969. Die meisten waren nur wenig geöffnet. Die Schneehöhe, am Pegel gemessen, betrug hier 290 cm. Die Grabung bis zum letztjährigen Ocker ergab nur wenig mehr, nämlich **300 cm**. Der Wasserwert dieses Firnzuwachses war **164 cm**. Zuoberst konnte man noch eine 5 cm dicke Neuschneesicht erkennen. Die Triangulation ergab eine geringfügige Verminderung der absoluten Höhe der Firnoberfläche ( $-\frac{1}{4}$  Meter); sie ist jetzt gleich wie im Herbst 1968. Die Pegelstange war seit September 1969 um 14,7 m gegen Nordosten gewandert. Der Firnzuwachs dieses Jahres bei 2900 m entspricht etwa dem Durchschnitt unserer Messreihe, die bereits mehr als ein halbes Jahrhundert zurückreicht. Im Vergleich dazu scheint der Firnzuwachs bei 2700 m ungewöhnlich gross zu sein. Nur neunmal traten bisher grössere Werte auf, zuletzt in den Jahren 1965, 1966 und 1968. Wir nehmen an, dass besondere Windverhältnisse während des Schneefalls im Winter, vielleicht auch starke Schneeverfrachtungen von den Gräten nördlich des Messplatzes, zu dieser überdurchschnittlichen Ablagerung geführt haben.

Tabelle C 2. Firnzuwachs auf Clariden nach Grabungen

Messperiode	Messplatz m ü. M.	Schneehöhe cm	Wasserwert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m <sup>3</sup>
12. Sept. 1969–17. Juni 1970	2700	540	—	—
11. Sept. 1969–17. Juni 1970	2900	536	277	517
12. Sept. 1969–22. Sept. 1970	2700	248	139	560
11. Sept. 1969–24. Sept. 1970	2900	300	164	548

Tabelle C 3. Niederschlag im Umkreis der Clariden

W (Winter) = Periode vom 11. September 1969 bis 16. Juni 1970  
 S (Sommer) = Periode vom 17. Juni 1970 bis 22. September 1970  
 G = W+S = Periode vom 11. September 1969 bis 22. September 1970  
 H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Okt. 1969 bis 30. Sept. 1970  
 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 %
Tierfeld (Linthal)	810	150	55	205	206	—	—
Urnerboden	1350	127	77	204	206	173	119
Braunwald	1190	182	72	254	256	189	135
Elm	962	140	64	204	204	153	134
Disentis	1173	77	35	112	112	129	87
<i>Totalisatoren:</i>							
Claridenhütte	2480	144	67	211	212	—	—
Geissbützistock	2710	151	69	220	222	—	—

Die Tabelle C 3 zeigt, dass die Niederschläge an den benachbarten Talstationen – mit Ausnahme von Disentis – im hydrologischen Jahr 1969/70 beträchtlich über dem Normalwert lagen. Für den Totalisator Geissbüztistock haben wir den Normalwert N weggelassen, denn dieser Wert scheint für den 1966 aufgestellten Apparat nicht mehr zu gelten, obwohl kein Grund dafür bekannt ist.

#### D. Silvretta und Engadin

Im Nordosten des Kantons Graubünden fielen ebenfalls überdurchschnittliche Niederschläge. Bei der Frühjahrsbegehung fand man auf dem Silvrettafirn eine Schneeakkumulation, die etwa derjenigen des Jahres 1967/68 entspricht. Der Wasserwert war im Gletschervorfeld nahezu gleich gross wie auf dem Firn. Es ist bekannt, dass der 3½ m hohe Totalisator im Gletschervorfeld wie anno 1967 zeitweise total eingeschneit war. Die Ergebnisse dieses Apparates sind deshalb unsicher. Der Jahresfirnzuwachs, der Ende September gemessen wurde (**41 cm**), liegt sehr nahe beim langjährigen Mittelwert (25 cm), und die Firngrenze befand sich bei 2700 m ü. M. nur wenig unterhalb des Messplatzes. Leider sind weder im Winter noch im Sommer Zwischenablesungen gemacht worden.

Tabelle D 1. Firnzuwachs und Schneemessungen auf Silvretta

Messperiode	Messplatz	Höhe m ü. M.	Schnee- höhe cm	Wasser- wert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m <sup>3</sup>
25. 9. 69–17. 6. 70	Vorfeld	2460	266	145	544
25. 9. 69–18. 6. 70	Firnpegel	2750	320	148	464
25. 9. 69–30. 9. 70	Firnpegel	2750	41	21	516

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

W (Winter) = Periode vom 25. September 1969 bis 17. Juni 1970  
 S (Sommer) = Periode vom 18. Juni 1970 bis 29. September 1970  
 G = W + S = Periode vom 25. September 1969 bis 29. September 1970  
 H = Hydrologisches Jahr = Periode 1. Okt. 1969 bis 30. Sept. 1970  
 N = Normale Jahressumme (1901–1940)

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Weissfluhjoch	2540	79	51	130	132	117	113
Davos-Platz	1561	74	46	120	121	100	121
Klosters	1200	111	52	163	163	128	128
St. Antönien	1460	110	51	161	162	138	118
Schuls	1253	43	36	79	79	71	111
Susch	1430	43	29	72	71	76	93
Bever	1712	49	32	81	81	88	92
St. Moritz	1853	45	41	86	85	94	91
Bernina L. Bianco	2240	131	45	177	175	170	103

*Totalisatoren:*

Silvretta-Vorfeld	2460	(103)	81	(183)	(185)	—	—
Silvretta-Hütte	2370	108	58	166	168	146	115
Alp Novai*	1360	127	57	184	186	—	—

\* Im 56. Bericht muss es unter Alp Novai heissen: G = 126 cm.

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

	Änderungen der absoluten Höhe der Firnoberfläche seit dem 7. August 1969:		effektiver Firnzuwachs seit dem 7. August 1969 am:	
	Misaun	Rosatsch	Piz Palü	Persgletscher- abbruch
	3010 m	3100 m	3850 m	3175 m
8. November 1969	-0,2 m	+0,6 m	+2½ m	
25./26. Dezember 1969	+0,7 m	+0,5 m		+2¾ m
23. Juli 1970	-0,8 m	+0,3 m	+1½ m	+2½ m
13. August 1970	-1,6 m	-0,6 m	+1½ m	+1¾ m

Die absolute Meereshöhe der Firnkuppe des Palümittelgipfels änderte sich seit August 1969 nicht.

Am Morteratsch-Firnkuppenabbruch (3480 m) betrug die Firnrücklage am 13. August 1970 noch 1½ m seit dem Herbst 1969, 5½ m seit 1968 und 9 m seit 1964. Am oberen Firnkuppenabbruch des Piz Palü (3850 m) wurde der mehrjährige Firnzuwachs Mitte August wie folgt ermittelt: Seit 1968 3½ m, seit 1964 11 m, seit 1961 18 m, seit 1957 24 m. Die Zuwachsraten am Persgletscherabbruch (ca 3175 m) waren fast gleich: seit 1968 4 m, seit 1964 9 m, seit 1961 17 m, seit 1957 (?) 19 m.

Auf Eisunterlage war die Ausaperung am 13. August 1970 etwa **gleich** wie in den Jahren 1938, 1942, 1956, 1957, 1963, 1964 und 1965. Von den 35 Vergleichsjahren 1935–1969 wiesen die elf Jahre 1959, 1958, 1952–1954, 1950, 1949, 1947, 1943–1945, eine stärkere, die restlichen 17 Jahre eine geringere Ablation auf als 1970. In eisfreiem Gelände war die Ausaperung Mitte August vergleichbar mit den Jahren 1962, 1957, 1956 und 1938. Vierzehn Jahre (1964, 1963, 1959, 1958, 1952 bis 1954, 1950, 1949, 1947, 1942–1945) wiesen eine stärkere, die übrigen 17 Jahre eine geringere Ausaperung auf als 1970. Auch im Engadin kann man also den Firnzuwachs dieses Jahres als durchschnittlich bezeichnen.

### E. Jungfraufirn

Obwohl hier für jeden Monat des Jahres Beobachtungen vorliegen, bleiben doch noch Fragen offen. Zunächst: ist der Wert vom 25. Februar 1970 zu hoch oder sind die nachfolgenden Werte zu tief? Wir wissen bereits, dass der Februar hohe Niederschläge gebracht hat, aber wie können

Tabelle E. Schneehöhen auf dem Jungfraufirn, bezogen auf den 10. September 1969, in cm

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

10. September 1969	0*	21. März	278
28. September	-12	30. März	298*
8. Oktober	-1*	25. April	368
29. Oktober	18	5. Mai	438
6. November	28	10. Juni	458*
20. November	68	24. Juni	408
7. Dezember	138	2. Juli	378
21. Dezember	148	18. Juli	416*
19. Januar 1970	228	3. August	368
21. Januar	213*	18. August	373
1. Februar	248	6. September	378
25. Februar	473?	12. September	379*
9. März	268		

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

zwei Meter Schnee innert 12 Tagen verschwinden? Man könnte an Schneeverfrachtungen durch den Wind denken, die in dieser Höhe öfters auftreten. Dagegen spricht, dass in diesen 12 Tagen keine besondere Stürme vorgekommen sind. Wir haben vorgezogen, den sicheren Wert vom 10. Juni (458 cm) als Maximum zu bezeichnen. Wann das Sommerminimum eingetreten ist, können wir auch nicht mit Bestimmtheit angeben. Es kann am 14. Juli gewesen sein, aber auch in August oder noch Ende September. Wir schätzen die Höhe des Minimums auf 350 cm. Der Firnzuwachs entspricht somit dem Mittelwert der letzten drei Jahrzehnten.

#### F. Résumé

Im Winter 1969/70 erhielten die schweizerischen Alpen überwiegend starke Niederschläge, besonders im Februar. Nur der Tessin und das Engadin machten dabei eine Ausnahme. Die Monate März bis Mai waren alle zu kalt, so dass die überdurchschnittlich mächtige Winterschneedecke sich an den Bergstationen sehr lange halten konnte. Die Monate Juni bis September waren zusammengenommen wärmer als normal, besonders in den Walliser Alpen. Dadurch wurde das Gleichgewicht zwischen Akkumulation und Ablation wieder hergestellt. In allen hier betrachteten Gebieten resultierte ein durchschnittlicher Firnzuwachs. Ende September fand die Ablationsperiode ihr natürliches Ende, weil der Oktober 1970 mit Schneefällen begann.

#### G. Robert Billwiller 1878—1969

In den ersten Tagen unserer Berichtsperiode (nl. am 24. September 1969) ist ROBERT BILLWILLER, der Hauptinitiant unserer Messreihe, in Zürich entschlafen. Wir möchten seiner auch in diesem Bericht dankend gedenken, obwohl MAX SCHÜEPP bereits im Jahrgang 114 (S. 501) einen Nekrolog gegeben hat. Wir haben schon im 50. Bericht (Jahrg. 108, S. 431) darauf hingewiesen, dass Ende 1913 R. BILLWILLER (der als BILLWILLER II in die Geschichte der schweizerischen Meteorologie eingegangen ist, weil schon sein Vater der erste Direktor der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt war) zusammen mit Prof. A. DE QUERVAIN und F. RUTGERS die «Zürcher Gletscherkommission» gegründet hatte, mit dem Ziel, Gletscheruntersuchungen in der Ostschweiz zu unternehmen. Unter den ältesten Mitgliedern und Mitarbeitern der Kommission wären noch Prof. FISCHER-HINNEN, Prof. SCHWEITZER, Prof. A. PICCARD, Prof. E. TANK, der bekannte Hydrologe LÜTSCHG und R. STREIFF-BECKER zu nennen. Vom Herbst 1917 bis zum Herbst 1946 verfasste R. BILLWILLER alle Berichte der Zürcher Gletscherkommission in einem sehr humorvollen Stil. Von 1922 an erschienen sie alle in dieser Vierteljahresschrift. Bereits 1919 schrieb er:

«Unsere Gletscherkommission kommt in die Jahre. Das merkt der Berichterstatter nicht erst beim Niederschreiben der Nummer dieses Berichtes; er merkt es an der Mühe, die es kostet, die Mitglieder für die Jahresaufnahmen mobil zu machen und erfährt es auch an sich selber, an den Schweisstropfen und am Rucksackabdruck. Das ist die eine Seite der Medaille. Andererseits aber sieht er mit Befriedigung, wie unsere Einsichten in den Haushalt einiger Gletscher, das heisst in die Wechselwirkung von Firnzuwachs und Abschmelzung, sich von Jahr zu Jahr vertiefen, und diese Erkenntnis gibt die nötige Spannkraft, jeden Sommer wieder die gewohnten Pfade zu wandeln.»

Trotz den Jahren ist seine Ausdauer für diese selbstgewählte Aufgabe nie erlahmt. Bis 1928 hat er selbst an den anstrengenden «Feldarbeiten» teilgenommen, und erst im Alter von 68 Jahren legte er die Verantwortung für das Messprogramm in jüngere Hände. Sein Interesse an den Firmessungen ist nie geschwunden. Noch im Jahre 1964 äusserte er gegenüber dem Verfasser dieser Zeilen in einem Brief seine Freude an einigen ihm zugesandten Fotos des Claridenfirnes. Er betonte dabei die Befriedigung, die diese Sparte der Klimatologie, die den Forscher «in lebendigem Kontakt mit der Natur erhält», ihren Anhängern bietet.