

Berichte

Der Firnzuwachs pro 1958/59 in einigen schweizerischen Firngebieten

46. Bericht

Von

W. K U H N

(Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt)

(Mit zwei Abbildungen im Text)

A. Zum Messprogramm

Bezüglich des Messprogrammes verweisen wir auf die Übersicht am Anfang unseres letztjährigen Berichtes (Jg. 103, S. 334, dieser Zeitschrift), wo Zweck und Inhalt unserer Messungen beschrieben sind.

Der im Herbst 1958 in der Nähe der Claridenhütte neu aufgestellte Niederschlags-totalisator ergab infolge eines Defektes noch kein brauchbares Resultat. Er wird erstmals in der kommenden Messperiode funktionieren.

B. Witterung und Schneeverhältnisse in der Messperiode 1958/59

Einige Grundzüge seien hier vorweggenommen. Eine ausführliche Darstellung folgt im Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (SLF).

Auf unsere letztjährigen Herbstmessungen im Clariden- und Silvrettgebiet (10. bzw. 9. September) folgte eine im wesentlichen bis Ende September dauernde Schönwetterperiode, die allerdings in der Woche vom 16. bis 23. September durch Niederschläge unterbrochen wurde. Während dieser Schönwetterperiode schmolzen beim oberen Clariden-Messplatz noch nahezu 50 cm Firnschnee!

Ob die hier in Betracht kommenden Firnfelder schon um den 17. September oder erst anfangs Oktober definitiv eingeschneit wurden, bleibe dahingestellt. Einen grossen Schneezuwachs erhielten sie zweifellos um Mitte Oktober, als es bis auf 1000 m herunter schneite.

Das Standard-Versuchsfeld SLF auf dem Weissfluhjoch ob Davos (2540 m ü. M.) wies in der zweiten Oktoberhälfte die grössten

Schneehöhen auf, die dort seit Beginn der Messungen (1936) im Oktober je vorgekommen sind. Auf dem Säntis (Schneemessfeld 2350 m ü. M.) erreichte die Schneedecke am 22. Oktober eine Mächtigkeit von ungefähr 185 cm.

Hatte der Winter 1958/59 mit diesen reichlichen Oktober-Schneefällen einen vom Standpunkt der Firnbilanz aus gesehen verheissungsvollen Auftakt genommen, so blieb er in der Folge bis Mitte Dezember weiteren Schnee schuldig, wenn man von geringfügigen Schneefällen im November absieht.

Tab. B.1 Schneehöhen in unvergletscherten Berggebieten

Station m ü. M.	Gütsch 2290	Säntis 2350	Weissfluh- joch 2540
12. Oktober 1958	0	0	0
16. Oktober	0	10	16
22. Oktober	90	185	91
12. November	95	112	83
9. Dezember	57	90	71
11. Januar 1959	230	240	167
16. Januar	200	250	178
21. Februar	120	160	150
23. Februar	150	200	171
25. März	110	160	161
31. März	140	218	178
6. April	120	165	163
11. April	170	254	191
16. April	117	145	168
21. April	150	227	196
29. April	125	171	177
2. Mai	140	225	215
15. Mai	100	180	190
3. Juni	0	60	118
19. Juni	—	0	69
6. Juli	—	—	0

In der zweiten Dezemberhälfte und im Januar stieg dann die Schneehöhe nach den Messungen vom Weissfluhjoch nochmals über den der Jahreszeit entsprechenden Durchschnittswert. Die Station Gütsch ob Andermatt (2290 m ü.M.) verzeichnete am 11. Januar ihre grösste Schneehöhe dieses Winters. Dass das Maximum schon im Januar auftritt, kommt in dieser Höhenlage gelegentlich, aber nicht oft vor.

Von Mitte Januar bis anfangs April fiel auf der Nordseite des Alpenkammes sehr wenig Schnee, während die Südabdachung der Alpen bei mehreren Föhnlagen grosse Niederschläge erhielt. Im April wechselten sonnige Perioden mit kurzen Schlechtwettereinbrüchen. Die letzteren führten dazu, dass auf dem Weissfluhjoch und wohl auch auf den meisten Firnfeldern anfangs Mai das Wintermaximum der Schneehöhe eintrat; sein Betrag liegt für Weissfluhjoch unter dem langjährigen Mittel.

Diesem relativ späten Höchststand folgte

aber rasche Setzung und Abschmelzung. Gütsch aperte am 3. Juni, Säntis am 19. Juni, Weissfluhjoch am 6. Juli a. u. s.

Der Sommer 1959 war im ganzen genommen recht warm, vor allem während des sonnigen Monats Juli. Der Juni war verhältnismässig reich an Niederschlägen, und der August brachte neben vielen schönen Tagen auch einige gewittrige Regenfälle; Schnee fiel im Juli und August praktisch nur oberhalb von 2700 m; vereinzelt regnete es sogar noch in Höhen über 3500 m.

Das hydrologische Jahr 1958/59 schloss mit einem ungewöhnlich trockenen und warmen September. Da sich das schöne Wetter noch in den Oktober hinein erstreckte, ist zu befürchten, dass die Firnoberfläche auf Clariden nach unserer etwas früh durchgeführten Begehung (8./9. September 1959) erheblicher Ablation ausgesetzt war.

Über die auf Bergstationen gemessenen Lufttemperaturen orientiert Tab. B.2.

Tab. B.2 Monatsmittel der Lufttemperatur auf Bergstationen

Station m ü. M.	M = Monatsmittel 1959		A = Abweichung vom langjährigen Durchschnitt			
	Gütsch 2287	Säntis 2500	Weissfluhjoch 2667		Jungfrauojoch 3578	
	M	M	A	M	M	A
Mai 1959	1,4	0,9	+0,9	-0,4	-6,6	+0,2
Juni	5,3	3,6	+0,6	2,8	-2,8	+0,8
Juli	9,2	7,3	+2,3	6,5	0,2	+2,0
August	6,9	5,3	+0,4	4,6	-1,4	+0,3
September	6,9	5,7	+2,9	4,9	-1,0	+2,6

Verglichen mit dem langjährigen Durchschnitt¹⁾ waren sämtliche Monate Oktober 1958 bis September 1959 mit Ausnahme des Januars zu warm.

Auf die in Tab. B3 und B4 aufgeführten Temperatursummen kommen wir im Zusammenhang mit der Ablation auf den Firnfeldern zurück. Zur Erläuterung sei erwähnt, dass wir unter einer Temperatursumme hier stets die Summe aller positiven Tagesmittel aus einem gewissen Zeitraum verstehen. Nach TH. ZINGG²⁾ steht diese Summe T in einer einfachen Beziehung zu der im gleichen Zeitraum auf einem an-

nähernd horizontalen Schneefeld gebildeten Schmelzwassermenge S :

$$S = 0,45 T \quad (T \text{ in Grad, } S \text{ in cm})$$

Da in den Firngebieten selbst keine Temperaturmessstellen bestehen, wurden nach einem von TH. ZINGG benützten Verfahren Temperatursummen für das Niveau unserer wichtigsten Firnmessstellen berechnet, indem die täglichen Temperaturen der nächsten Bergstation um einen der normalen vertikalen Temperaturabnahme (0,6 bis 0,65 Grad pro 100 m) entsprechenden Betrag reduziert wurden. Für den Silvretta pass (3000 m ü.M.) wurden die um 2 Grad verminderten Tagesmittel der Station Weissfluhjoch (2667 m ü.M.), für den oberen Messplatz auf Clariden (2900 m ü.M.) die um

¹⁾ In diesem Bericht beziehen sich alle langjährigen Mittel von Temperatur und Niederschlag auf die Periode 1901—1940.

²⁾ Winterbericht SLF Nr. 14 (1949/50).

4 Grad verminderten Tagesmittel der Station Gütsch (2287 m ü. M.) unter alleiniger Berücksichtigung positiver Werte aufsummiert.

In gleicher Weise wurden nach den täglichen Radiosondierungen von Payerne, München und Mailand Temperatursummen für die freie Atmosphäre im Niveau 700 Mil-

libar (etwa 3100 m ü. M.) berechnet (Tab. B 4). Das in der letzten Kolonne aufgeführte gewogene Mittel aus den Werten von Mailand und München dient speziell zur Beurteilung der Ablation im Berninagebiet (Abschnitt F) und dürfte etwa den Temperaturverhältnissen bei der Meßstelle II (Rosatsch) entsprechen.

Tab. B 3 Temperatursummen während der Ablationsmonate
(Summen der positiven Tagesmittel)

Ort m ü. M.	Gütsch 2287	Clariden oberer Pegel 2900 reduziert nach Gütsch	Säntis 2500	Weissfluhjoch 2667	Silvretta oberer Pegel 3000 reduziert nach Weissfluhjoch	Jungfrau-joch 3578
Mai 1959	68	3	81	41	13	—
Juni	168	73	128	107	64	1
Juli	284	165	233	210	152	41
August	213	93	176	152	97	15
September	206	87	176	154	95	10
Mai bis September	939	421	794	664	421	67

Tab. B 4 Temperatursummen in der freien Atmosphäre im Niveau 700 mb (etwa 3100 m ü. M.)
nach Radiosondierungen (Temperaturen von 1 h und 13 h jedes Tages gemittelt)

Station	Payerne	München	Mailand	% Mailand + ⅓ München
Mai 1959	9	3	3	3
Juni	43	26	42	37
Juli	121	92	121	111
August	72	62	59	60
September	54	45	57	53
Mai bis September	299	228	282	264

Auffallend klein ist in diesem Sommer der Wert von Mailand, der sonst wesentlich über demjenigen von Payerne liegt. Offenbar hat auf der Südseite der Alpen häufiger schlechtes Wetter geherrscht als auf der Nordseite.

Die Temperatursumme des Säntis (Tab. B 3) hat im Zeitraum Mai–September 1959 den langjährigen Durchschnittswert um 33 % übertroffen; im Vorjahr war allerdings ein noch grösserer Überschuss zu verzeichnen.

Die Sonnenscheindauer (Tab. B 5) war während der Ablationsmonate 1959 ziemlich normal und keineswegs so gross, wie man nach den hohen Lufttemperaturen erwarten könnte.

Werfen wir noch einen Blick auf die Niederschläge des hydrologischen Jahres 1958/59 und ihre Verteilung auf die verschiedenen Richtungen des Höhenwindes (Tab. B 6). Dabei beschränken wir uns vorerst auf die beiden Bergstationen Gütsch und Weissfluhjoch. Die Niederschläge weiterer Vergleichsstationen sind im Anschluss an die Ergebnisse der Firmmessungen (Tab. C 3 und D 2) mitgeteilt. Die Richtungen des Höhenwindes sind der Alpenwetterstatistik der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA) entnommen und beziehen sich auf das Niveau 500 Millibar (etwa 5500 m über Meer).

Tab. B 5 Sonnenscheindauer

	Mai bis September 1959			Oktober 1958 bis September 1959		
	Absolut h	In Prozent der maximal möglichen Sonnenschein- dauer	In Prozent des langjährigen Mittels	Absolut h	In Prozent der maximal möglichen Sonnenschein- dauer	In Prozent des langjährigen Mittels
Säntis	961	43	—	2058	46	—
Braunwald	880	48	102	1681	49	108
Gütsch	1041	—	—	1964	—	—
Disentis	1059	—	—	1860	—	—
Davos	864	49	98	1704	51	104
Weissfluhjoch	923	46	—	2005	50	—
Schuls	924	49	92	1777	51	98
St. Moritz	999	55	—	2013	57	—

Tab. B 6 Verteilung der Niederschläge auf die verschiedenen Richtungen des Windes in 5,5 km Höhe während des hydrologischen Jahres Oktober 1958 bis September 1959

Windrichtungen: 1 = Nordost, 2 = Ost, 3 = Südost, 4 = Süd, 5 = Südwest, 6 = West, 7 = Nordwest, 8 = Nord, 9 = Zyklonales Zentrum, 0 = Antizyklonales Zentrum, x = Unbestimmt

Abkürzungen: D = Windrichtung
 N = Anzahl Tage mit Höhenwind aus dem betreffenden Sektor
 n = Anzahl Tage mit mindestens 0,1 mm Niederschlag bei Höhenwind aus dem betreffenden Sektor
 r = Niederschlagsmenge in mm pro Sektor
 R = Totale Niederschlagsmenge des hydrologischen Jahres
 r/N = Niederschlag pro Tag mit dem betreffenden Wind
 r/n = Niederschlag pro Niederschlagstag mit dem betreffenden Wind
 100 · r/R = Prozentualer Anteil des betreffenden Sektors am Gesamtniederschlag

D	N	Gütsch					Weissfluhjoch				
		n	r	r/N	r/n	100 · r/R	n	r	r/N	r/n	100 · r/R
1	24	5	47	2,0	9,5	3,3	5	25	1,0	5,0	2,4
2	22	9	47	2,1	5,2	3,3	6	19	0,9	3,2	1,8
3	9	5	20	2,2	3,9	1,4	3	3	0,3	1,0	0,3
4	24	12	139	5,8	11,6	9,8	12	29	1,2	2,4	2,8
5	57	48	298	5,2	6,2	21,0	34	204	3,6	6,0	19,7
6	64	41	319	5,0	7,8	22,6	34	232	3,6	6,8	22,3
7	46	26	226	4,9	8,7	16,0	30	186	4,0	6,2	17,8
8	36	15	197	5,5	13,1	13,9	16	228	6,3	14,2	21,8
9	9	6	40	4,5	6,7	2,8	6	38	4,3	6,2	3,7
0	30	6	11	0,4	1,9	0,8	8	18	1,4	2,2	1,7
x	44	17	72	1,6	4,2	5,1	19	60	0,6	3,1	5,7
Total	365	190	1416=R	3,9	7,5	100,0	173	1042=R	2,9	6,0	100,0

Im Vergleich zum Vorjahr fällt auf, dass Winde aus dem Westthalraum dies Jahr bedeutend seltener waren, wogegen Süd- und Nordwinde häufiger auftraten. Die letzteren brachten auch mehr Niederschlagstage und erheblich intensivere Niederschläge (Stau!) als im Vorjahr. Dies Jahr war die durchschnittliche Niederschlagsmenge pro Niederschlagstag bei Nordwind sogar weitaus am grössten, was letztes Jahr bei keiner der

untersuchten Stationen der Fall war. Dieses Ergebnis rührt nicht etwa von einem einzelnen starken Niederschlag, sondern von mehreren, über alle Jahreszeiten verteilten Fällen her.

Gütsch hat wie im Vorjahr bei Südwind verhältnismässig starke Niederschläge erhalten, während auf dem Weissfluhjoch Südstaulagen gänzlich unergiebig waren. Absolut genommen fielen jedoch auf beiden

Stationen die meisten Niederschläge bei West- und Südwestwind (zusammen mehr als 40 % des gesamten Niederschlages). Das Ansprechen des Weissfluhjochs auf Nordwestwind ist weniger ausgeprägt als im Vorjahr. Die Winde aus dem Osthalbraum sind für den Niederschlag praktisch bedeutungslos.

Das hydrologische Jahr 1958/59 als ganzes war ziemlich trocken. Normalwerte lassen sich für die beiden Stationen Gütsch und Weissfluhjoch mangels langjähriger Beobachtungsreihen nicht angeben, doch ist auch bei andern Stationen der Ost- und Zentralschweiz ein beträchtliches Niederschlagsdefizit festzustellen.

Auf die einzelnen Monate verteilen sich die Niederschläge wie folgt: Niederschlagsreich waren Oktober 1958 und – wenigstens nördlich vom Hauptkamm der Alpen – Juni 1959, sehr trocken November 1958, Februar und September 1959, ziemlich trocken März, Mai und August 1959. In den übrigen Monaten wich die Niederschlagsmenge an den meisten Orten wenig vom Normalwert ab.

C. Clariden

Die Frühjahrsmessung fand am 17./18. Mai, die Herbstmessung am 8./9. September statt; beide wurden von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA) durchgeführt. Die Zwischenabmessungen stammen von Hüttenwart B. MARTI.

Tab. C 1 Schneehöhe bzw. Firnzuwachs seit 10. September 1958 nach Pegelablesungen auf Clariden, in cm

Messplatz m ü. M.	Hütten- pegel 2440	Unterer Firnpegel 2700 *)	Oberer Firnpegel 2900
21. März 1959	210	—	343
26. April	240	—	410
17. Mai	220	—	405
19. Juli	—	—	245
31. Juli	—	—	205
11. August	—	—	190
8. September	—	—47	110

*) Bis im August zugeschneit, weil schräg.

Bei der von Dr. M. SCHÜEPP geleiteten Frühjahrsbegehung wurde die Schneetiefe mittels einer Sonde nicht nur an den beiden Messplätzen, sondern auf einer Längsroute

vom Claridenstock bis zur Hütte und auf einem Querprofil beim unteren Messplatz bestimmt. Die Werte schwankten zwischen 5,90 und 3,65 m, wobei der grösste Wert am Hang des Claridenstocks, der kleinste am unteren Ende des Firns gemessen wurde. Das Querprofil beim unteren Messplatz ergab ein Anwachsen der Schneetiefe von Norden nach Süden.

Das Jahresmaximum der Schneehöhe dürfte auf dem Firn anfangs Mai eingetreten sein. Unter Berücksichtigung der Ablation im Herbst 1958 sind die in Tab. C 1 mitgeteilten Pegelablesungen um 50 cm zu erhöhen. Das effektive Maximum dürfte deshalb bei der oberen Boje 480 bis 490 cm betragen haben. Bis zur Frühjahrsmessung ging die Mächtigkeit der Schneedecke infolge Setzung jedenfalls etwas zurück. Der Wasserwert wird sich in jenen 14 Tagen kaum verändert haben. Er ergibt sich zu etwa 200 cm, wenn wir die am 17. Mai gemessene Schneehöhe von 453 cm mit dem beim unteren Messplatz festgestellten Raumgewicht von 456 kg pro Kubikmeter multiplizieren.

Die Herbstbegehung zeigte einen ziemlich stark verschrundeten Firn und vor allem eine ungewöhnlich wellige, rauhe Oberfläche.

Im Bereich des unteren Messplatzes gab es Gräben von 0,5 bis 1 m Tiefe, so dass eine Markierung der Grundfläche für die kommende Messperiode durch Ockerstreuen sinnlos gewesen wäre.

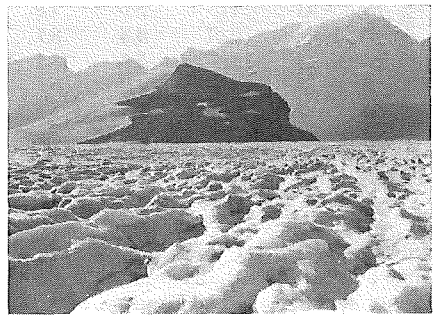


Abb. 1 Claridenfirn 8. September 1959. Blick vom unteren Messplatz nach Südosten auf Geissbüznistock (im Hintergrund Hinterer Selbsanft, Scheibe und Bifertenstock). Man beachte die durchfurchte Firnoberfläche!

Photo H. Bernhard

Die Firngrenze war nicht zu sehen, da Reste von Augustschnee weiter hinunter reichten als der Firnschnee.

Am unteren Pegel (bei 2700 m ü. M.) wurde als Jahresergebnis ein Abtrag von 47 cm gefunden. Wegen der starken Neigung der Stange³⁾ ist dieser Ablesung kein grosses Gewicht beizumessen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass die Ablation nicht nur allen Winterschnee aufgezehrt, sondern auch die aus dem Gletscherjahr 1956/57 stammende Unterlage angegriffen hat.

Beim oberen Messplatz (2900 m ü. M.) ergibt sich während des Sommers 1959 eine Gesamtablation von 105 cm Wasserwert. Überdies sind noch Sommerniederschläge im Betrag von etwa 70 cm Wasserhöhe gefallen, von denen wohl nur ein Teil abfloss, so dass wir mit einer totalen Schmelzleistung von etwa 150 cm rechnen dürfen. Aus den auf die Höhe von 2900 m reduzier-

³⁾ Der untere Pegel erhielt bereits im Herbst 1958 aus unbekannter Ursache eine schiefe Lage, wurde bald zugeschneit und tauchte erst im Herbst 1959 wieder auf.

ten Temperaturen der Station Gütsch ergibt sich für die Messperiode vom 17. Mai bis 8. September eine Temperatursumme von 337, was nach der ZINGESCHEN Formel ebenfalls zu einer Abschmelzung von 150 cm führt.

Der beim oberen Messplatz 157 cm mächtige Rest von diesjährigem Schnee war ziemlich feucht und kompakt. Das mittlere Raumbgewicht betrug – einschliesslich der eingelagerten Eislamellen – nahezu 600 kg/m³.

In der Horizontalen war die obere Boje im Laufe eines Jahres wie üblich um 12,9 m nach Ostnordosten gewandert. Beim unteren Messplatz tritt mehr und mehr ein Gefälle gegen Süden nach den Sandalp-Abbrüchen in Erscheinung.

Der vom Geissbüzi-Totalisator aufgefangene Niederschlag erscheint namentlich im Winter etwas gross, wenn man ihn mit den Niederschlägen aus der Umgebung vergleicht. Diese Feststellung lässt sich Jahr für Jahr machen.

Auffallend ist der geringe Sommerniederschlag im Oberalpggebiet (Gütsch und Disentis).

Tab. C 2 Ergebnisse der Frühjahrs- und Herbstmessung 1959 auf dem Claridenfirn

	P = Pegelablesungen			S = Sondenabstiche		G = Grabungen		Mittleres Raumbgewicht kg/m ³
	Messplatz m ü. M.	P	S	G	Wasserwert cm			
17. Mai	2700	—	391	385	175		456	
	2900	405	453	—	—		—	
8. September	2700	—47	—	—	—		—	
	2900	110	—	157	94		599	

Tab. C 3 Niederschlag im Umkreis der Clariden

W = Winter (11. September 1958 bis 17. Mai 1959)
 S = Sommer (18. Mai bis 8. September 1959)
 G = Ganzes Gletscherjahr (11. September 1958 bis 8. September 1959) = W + S
 H = Hydrologisches Jahr (1. Oktober 1958 bis 30. September 1959)
 N = Normale Jahresmenge (Mittel 1901—1940)

Ort	Höhe m ü. M.	W	S	G	H	N	H/N
		cm	cm	cm	cm	cm	%
Linthal-Auen	815	102	50	152	151	165	92
Linthal-Fätschbach	685	111	50	161	160	—	—
Urnerboden	1350	86	58	144	141	173	82
Braunwald	1190	112	50	162	162	187	86
Elm	960	97	51	148	146	153	95
Disentis	1170	74	23	97	93	126	74
Gütsch	2290	106	36	142	142	—	—
Totalisator							
Geissbüzistock	2710	235	71	306	303	345	88

D. Silvretta

Die Messungen im Silvrettagebiet werden durch Herrn Dr. Th. Zingg vom Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) in Davos durchgeführt und bearbeitet.

Die kurz nach Beginn der Ablationsperi-

ode am 26./27. Mai 1959 aufgenommenen Schneeprofile ergaben sowohl auf dem Gletschervorfeld (2460 m ü. M.) wie auf dem Silvrettapass (3000 m ü. M.) ein mittleres Raumgewicht von 432 kg/m³. Schneehöhen und Wasserwerte sind in Tab. D 1 zusammengestellt.

Tab. D 1 Ergebnisse der Frühjahrsmessung vom 26./27. Mai auf Silvretta
(Herbstmessung siehe Text)

Messplatz	Höhe m ü. M.	Schneehöhe cm	Wasserwert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m ³
Vorfeld	2460	184	79	432
Zunge	etwa 2500	192	(83)	—
Unterer Firnpegel	2750	247	(107)	—
Pass (oberer Firnpegel)	3000	257	111	433

Eingeklammerte Zahlen sind interpoliert.

Die Schneehöhen wurden durch zahlreiche Abstiche mit Sonden, auf dem Vorfeld und Pass ausserdem durch Grabung bestimmt. Dabei liegt die Grundfläche etwas unter dem Horizont vom Herbst 1958.

Vom Beginn der Ablation bis zur Frühjahrsmessung dürften im unteren Teil des Silvrettageletschers nach Messungen auf Weissfluhjoch etwa 15 cm Schmelzwasser abgeflossen sein. Um diesen Betrag wären die für 2460 m und 2500 m angegebenen Wasserwerte zu erhöhen, damit sie wie diejenigen vom Pass als Maximalwerte interpretiert werden können.

Die Herbstbegehung zeigte eine so starke Abschmelzung, wie sie seit dem heissen Sommer 1947 nicht mehr vorgekommen ist. Auf dem Silvrettapass (3000 m ü. M.) war nicht nur aller Schnee vom Winter 1958/59 und die gesamte Firndecke des Vorjahres, sondern auch noch die Hälfte der Schicht 1956/57 aufgezehrt! Dies entspricht einer Substanzverminderung um rund 50 cm Wasserwert gegenüber dem Stand vom Herbst 1958.

Für die gesamte Schmelzleistung dieses Sommers ergibt sich auf dem Silvrettapass folgender Betrag:

Sommerschnee 1959	etwa 10 cm (nach SLF)
Winterschnee 1958/59	111 cm (nach Frühjahrsmessung 1959)
Firn 1957/58	23 cm (nach Herbstmessung 1959)
Firn 1956/57	28 cm (= 67 cm nach Herbstmessung 1957 — Rest September 1959)
Total	<u>etwa 172 cm</u>

Dies würde einer Temperatursumme von 380 Grad entsprechen, während sich durch Reduktion der Temperaturen von Weissfluhjoch für die Zeit vom 1. Mai bis 26. September 1959 eine Summe von etwa 400 Grad ergibt.

Der übriggebliebene Rest der Jahresschicht 1956/57 hatte nach Grabung eine Tiefe von 70 cm und — ohne die oberflächliche Eis-

schicht — ein mittleres Raumgewicht von 508 kg/m³, also einen Wasserwert von 35 cm, mit der Eisschicht zusammen einen solchen von 39 cm. Die Verdichtung seit dem Herbst 1957 ist unbedeutend. In 5, 15 und 65 cm Tiefe waren etwa 2 cm dicke Eislamellen eingelagert; die Basisschicht bestand aus umgewandeltem Schwimmschnee.

Tab. D 2 Niederschlag im Umkreis der Silvretta

W = Winter (9. September 1958 bis 26. Mai 1959)
 S = Sommer (27. Mai bis 23. September 1959)
 G = Ganzes Gletscherjahr (9. September 1958 bis 23. September 1959) = W + S
 H = Hydrologisches Jahr (1. Oktober 1958 bis 30. September 1959)
 N = Normale Jahresmenge (Mittel 1901—1940)

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Weissfluhjoch	2540	72	37	109	104	—	—
Davos	1560	55	27	82	77	100	77
Klosters	1200	77	43	120	113	128	88
St. Antönien	1460	82	50	132	127	138	92
Susch	1430	37	20	57	52	74	71
Schuls	1250	38	18	56	51	71	72
Totalisatoren							
Alp Novai	1360	95	52	147	137	—	—
Silvretta-Hütte	2370	75	47	122	116	146	80
Gletschervorfeld	2460	98	65	163	155	—	—
Eckhorn	3145	68	37	105	100	157	64

Zustand des Silvrettagletschers: Bei der Herbstbegehung fiel die starke Verschrundung auf. Gegenwärtig hat es Spalten an Stellen, wo seit 1947 keine offenen Klüfte vorhanden waren. Selbst in der Umgebung des Passpegels zeigten sich zahlreiche von Nordosten nach Südwesten laufende Spalten. Hier war die Oberfläche tief durchfurcht, ähnlich wie auf dem unteren Claridenfirn. Auch hat sich das Firnniveau in der Passgegend deutlich gesenkt, wie man aus den Visuren zu den Felsgräten feststellen konnte.

Beobachtungen im Zungengebiet: Der südwestliche Lappen ist im Laufe eines Jahres um 18 m zurückgewichen. Er macht den Eindruck von Toteis und scheint nicht mehr genährt zu werden. Der nördliche Lappen hat sich, wenn man den mittleren Verlauf des Zungenrandes betrachtet, um 8 m zurückgezogen; der direkte Abstand von dem als Fixpunkt dienenden Steinmann zur Gletscherfront hat sich sogar um 19 m vergrössert, weil der Zungenrand jetzt eine Einbuchtung aufweist. Die Zunge als Ganzes ist immer noch recht flach. Bei beiden Randseelein hat sich der Wasserspiegel gegenüber dem Stand im Vorjahr etwas gesenkt.

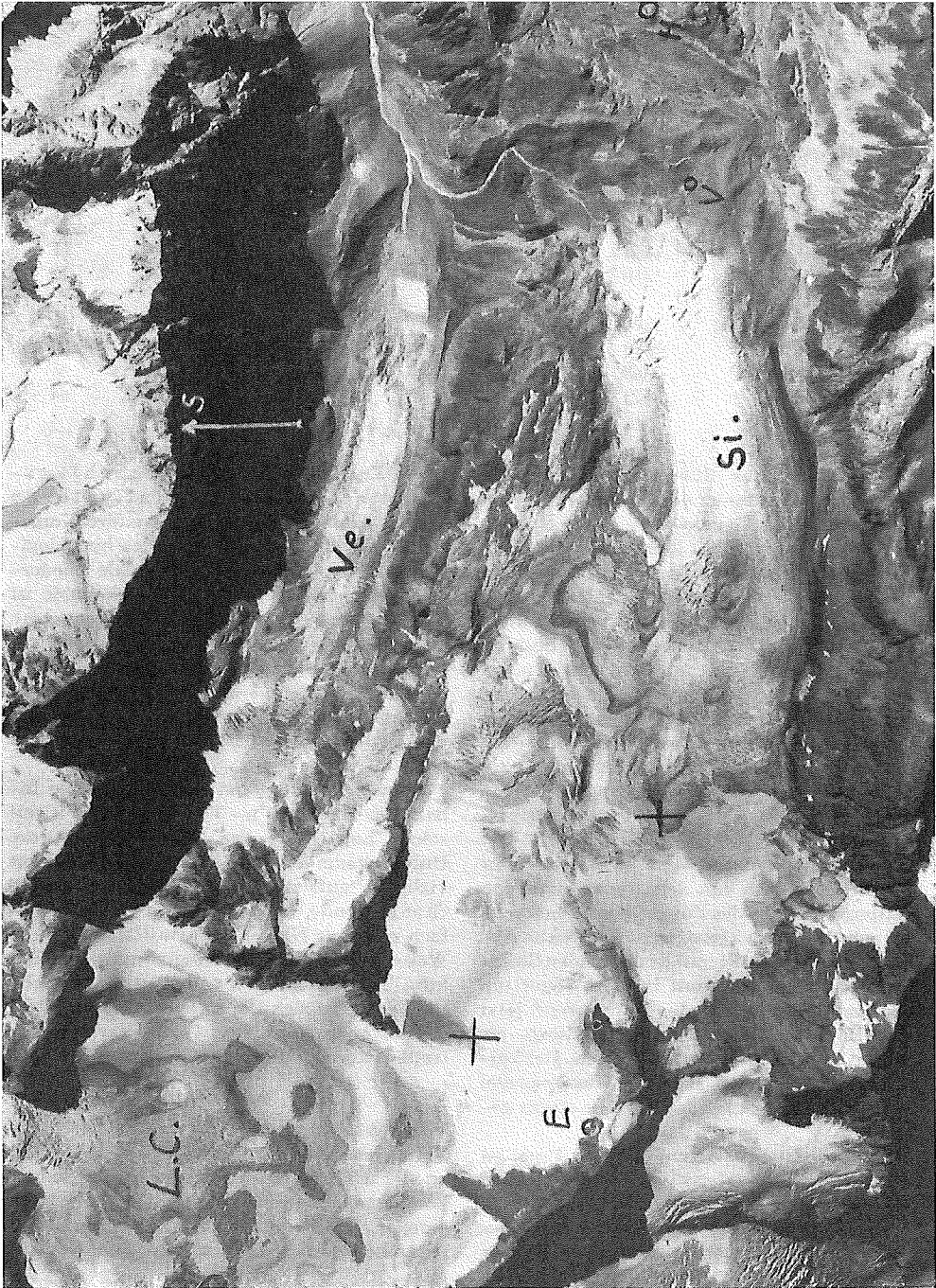
Von der Zunge bis zum unteren Pegel ist die Eisoberfläche relativ glatt. In der Gegend des unteren Pegels liegt etwa 10 bis 15 cm Firneis (sogenanntes «superposed ice», das heisst durch Schmelzwasser gebildetes, an der Unterlage angefrorenes Eis).

Die Ergebnisse der Niederschlagsmessstationen und Totalisatoren zeigen, dass die nähere und weitere Umgebung der Silvretta im Laufe des hydrologischen Jahres 1958/59 unternormale Niederschlagsmengen erhielt. Die Trockenheit ist hier stärker ausgeprägt als im Claridengebiet. Ganz besonders gilt dies für das an und für sich schon trockene Unterengadin, dessen Niederschlagsregime allerdings für den Firnhaushalt des Silvrettagletschers nicht oder nur in den obersten Partien mitbestimmend ist.

Keinesfalls aber lässt sich der geringe Inhalt des Eckhorn-Totalisators mit seiner Lage nahe der Wasserscheide zum Unterengadin erklären. Sein Ergebnis zeigt vielmehr aufs neue, dass dieser auf einem Grat stehende, windexponierte Apparat einfach zu wenig Niederschlag auffängt. Auf die Weiterführung der Messungen mit dem Eckhorn-Totalisator wird von jetzt an verzichtet. Dies lässt sich um so eher verantworten, als der neue Apparat auf dem Vorfeld vertrauenswürdige Angaben liefert.

E. Jungfraufirn

Die Abteilung für Hydrologie der Eidg. Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH teilte uns wiederum in zuvorkommender Weise die Ergebnisse ihrer Messungen an Pegel 3 der Schweizerischen Gletscherkommission auf dem Jungfraufirn mit.



Tab. E Schneehöhen bei Pegel 3 SGK Jungfraufirn (3350 m ü. M.) in cm

10. September 1958	0	18. Januar 1959	310
27. September	13	14. Februar	340
2. Oktober	40	28. März	360
10. Oktober	55	10. Mai	440
9. November	210	9. Juni	400
1. Dezember	230	22. Juli	370
18. Dezember	260	9. September	330
		12. September	325

Es handelt sich diesmal um Ablesungen, die nicht mehr mit dem Fernrohr vom Jungfraujoch aus, sondern direkt an Ort und Stelle gemacht wurden.

Der Verlauf der Schneehöhe auf dem Jungfraufirn entspricht demjenigen, den man auf Grund der Messungen auf tiefer gelegenen Firngebieten und unvergletscherten Flächen bei Berücksichtigung des Höhenunterschiedes erwarten muss. Sehr eindrucksvoll ist der grosse Sprung vom Oktober zum November, der beweist, dass während dieser Zeitspanne auch im Jungfraugebiet riesige Schneemassen abgelagert wurden. Ohne diesen Grundstock wäre das Maximum von 440 cm nicht zustande gekommen.

F. Berninagebiet

Aus dem Oberengadin verdanken wir wiederum Herrn Dr. G. GENSLER eine Reihe interessanter Beobachtungen.

Tab. F 1 Firnzuwachs im Berninagebiet seit 25. September 1958

(Fernrohrbeobachtungen von Samaden aus)
 Meßstellen:

- I Vadretin Misaun (3010 m ü. M.)
- II Rosatschglletscher (3100 m ü. M.)
- III Piz Palü (3780 m ü. M.)

	I m	II m	III m
7. Februar 1959	1,6	1,8	3
4. September 1959	-1,7	-0,1	3

Tab. F 2 Jahreszuwachs an einigen anderen Punkten

M = Messung mit Maßstab an Ort und Stelle F = Fernrohrbeobachtung

	cm	
Corvatschglletscher (3280 m ü. M.)	40	M
Persgletscher (3350 m ü. M.)	160	F (Séracs)
Morteratsch (3450 m ü. M.)	140	F (Séracs)

Tab. F 3 Schneehöhen am 6. Februar 1959 (mit Maßstab gemessen)

	cm
Diavolezzafirn (2965 m ü. M.)	190
Celerina-Saluvortal (2270 m ü. M.)	108
Zuoz-Albanashang (2350 m ü. M.)	103
Samaden-Hangterrasse (1830 m ü. M.)	70
St. Moritz, Pegel MZA (1830 m ü. M.)	67

◀ Abb. 2 Flugaufnahme des Silvrettagletschers 11. September 1959

Si. Silvrettagletscher Ve. Verstanklagletscher L.C. La Cudèra
 + Pegelstandorte o Totalisatoren (H Silvrettahütte, V Gletschervorfeld, E Eckhorn)
 Photo DMP (reproduziert mit Bewilligung des Photodienstes der DMP)

Der Vadretin Misaun ist in seiner nördlichen Zunge jetzt erstmals durch die Vereinerung auftauchender Felsrippen in zwei Teile gespalten; durch vermehrte Rückstrahlung von den Felsen wird so der Schmelzprozess beschleunigt.

Am Firngrat des Rosatsch sind die Werte lokal etwas verfälscht infolge einer Wächte, die nur teilweise abgeschmolzen ist, während sie letztes Jahr überhaupt fehlte.

Die Ausaperung auf eisfreiem Gelände war anfangs September 1959 etwas weiter fortgeschritten als Ende September 1958; in den letzten 24 Jahren wurde nur fünfmal eine noch stärkere Ausaperung beobachtet, nämlich 1943, 1944, 1945, 1947 und 1950; in den Jahren 1938, 1942, 1949 und 1952 war der Zustand dem vom September 1959 ähnlich. Inzwischen – das heisst bis zur Niederschrift dieser Zeilen Mitte Oktober 1959 – dürfte die Ausaperung allerdings weitere Fortschritte gemacht haben.

Gegen Norden exponierte Felspartien waren bis 3400 m ü. M. aper. Auf ebener Eisunterlage befand sich die Firmlinie bei 3030 m (Pers-, Tschiervagletscher), auf etwa 15 Grad geneigten Nordwesthängen lag sie bei 3130 m

(Misaun-, Sellagletscher), an Nordhängen auf 2900 m (Roseggletscher). Stark gegen Nordwesten oder Nordosten abfallende Gletscher waren teilweise bis 3400 m aper (zum Beispiel Corvatsch).

G. Résumé 1958/59

Der Bergwinter begann mit grossen Schneefällen im Oktober. Im eigentlichen Winter und Frühjahr gab es zwar noch mehrere bedeutende Schneefälle. Da sie aber durch einige kürzere und zwei lange Trockenperioden getrennt waren, ergaben sie gesamthaft im allgemeinen unternormale Schneehöhen. Das Maximum wurde in höheren Lagen anfangs Mai erreicht. Die Ablation begann im Mai und wirkte während des warmen Sommers (namentlich im Juli), ja noch im September 1959 intensiv. Auf dem 3000 m hohen Silvrettapass drang sie sogar bis in die Mitte der Schicht von 1956/57 vor! Ein positiver Firnzuwachs blieb in den von uns erwähnten Gebieten nur oberhalb etwa 3100 m sowie beim oberen Clariden-Messplatz bestehen.