

# Berichte

## Der Firnzuwachs pro 1957/58 in einigen schweizerischen Firngebieten

XLV. Bericht

Von

W. KUHN

(Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt)

(Mit einer Abbildung im Text)

### 1. Übersicht über das Messprogramm. Quellenangaben und Verdankungen

Unsere beiden Stammgebiete Clariden und Silvretta werden nun jährlich zweimal von Meteorologen begangen, nämlich kurz nach der grössten Schneehöhe und zur Zeit des Herbstminimums. Auf Silvretta werden die Messungen durch Mitarbeiter des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) unter Leitung von Herrn Dr. TH. ZINGG ausgeführt, während die Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt (MZA) für die Überwachung des Claridenfirns sorgt. Die Beobachtungen und Messungen erstrecken sich auf folgende Elemente:

1. **Vertikaler Schneezuwachs**, festgestellt
  - a) an Hand von senkrecht in den Firn gestellten, mit dem Gletscher wandernden Pegeln (früher als «Bojen» bezeichnet);
  - b) mit Hilfe von Tiefensonden, ähnlich den im Rettungsdienst verwendeten Lawinensonden;
  - c) durch Grabung bis auf einen im Vorherbst gestreuten Ockerfleck.
2. **Raumgewicht und Wasserwert** der Schneedecke, ermittelt durch Wägung eines senkrecht ausgestochenen Schneezylinders.
3. **Qualitative Untersuchung** der übereinanderliegenden Schneeschichten, das heisst Aufnahme eines vertikalen Profils mit Angabe von Härte, Korngrösse, Feuchtigkeit des Schnees, Eislammellen usw.
4. **Zustand des Gletschers**, Spalten usw. Beim Silvrettagletscher auch **Längenänderung**. (Der Claridenfirn besitzt keine Zunge.)

5. **Horizontale Wanderung** der Pegel von gewissen, durch Geländevisuren definierten Fixpunkten aus.

6. **Niederschlag**, bestimmt durch Totalisatoren in der Randzone der Firne
  - a) durch Abstiche, das heisst Messung der Höhe des Flüssigkeitsspiegels in bezug auf den Gefässrand;
  - b) im Herbst durch Entleerung und Volumenmessung des Inhaltes.

Auf beiden Gletschern bestehen seit 1913 zwei ebene, einigermaßen horizontale Messfelder, von denen das untere wenig über der durchschnittlichen Firngrenze, das obere 200 bis 250 m höher liegt. Seit 1956 wird im Frühjahr auch das Vorfeld des Silvrettagletschers zu Schneemessungen benützt.

Die Pegel werden im Laufe des Jahres öfters von den Hüttenwarten, vereinzelt auch von Touristen abgelesen, so dass Angaben über den Verlauf der Schneehöhe zwischen den Hauptterminen vorliegen. Den beiden Hüttenwarten, B. MARTI (Clariden) und E. EITLE (Silvretta), die auch bei den Terminaufnahmen tatkräftig mitwirken, sei für ihre Mühewaltung bestens gedankt.

Zur Kontrolle der immer etwas unsicheren Totalisatoren-Ergebnisse wurden 1957 zwei neue Totalisatoren im Silvrettagbiet (Gletscher-Vorfeld und Alp Novai), 1958 ein solcher in der Nähe der Claridenhütte (auf dem Altenorenstock) aufgestellt, und zwar unter finanzieller Beteiligung der Bündner Kraftwerke bzw. der Nordostschweizerischen Kraftwerke.

Zum Vergleich werden in unsern Berichten auch stets die Niederschlagssummen einiger täglich messender meteorologischer und Niederschlagsstationen aus der weiteren Umgebung der Firngebiete angeführt. An meteorologischen Daten werden ferner herange-

zogen die Lufttemperaturen und die Sonnenscheindauer einiger Bergstationen der Ost- und Zentralschweiz. Für die Beurteilung der Ablation leistet insbesondere die sogenannte Temperatursumme gute Dienste; wir definieren sie als Summe aller positiven Tagesmittel der Lufttemperatur innerhalb eines gewissen Zeitraumes. Eine in unseren Berichten schon oft zitierte, von TH. ZINGG gefundene Beziehung sagt ja, dass die im gleichen Zeitraum gebildete Schmelzwassermenge gleich der mit 0,45 multiplizierten Temperatursumme ist, wenn man die Wasserhöhe in Zentimetern, die Temperatursumme in Gradtagen ausdrückt.

Mangels Temperaturmessungen in unmittelbarer Nähe der Firnfelder muss auf die Angaben der ziemlich weit entfernten Bergstationen (Säntis, Weissfluhjoch, Gütsch) abgestellt und der Höheneinfluss näherungsweise in Rechnung gestellt werden. Ferner werden die Temperaturangaben der Radiosonden von Payerne, Mailand und München im Niveau 700 mb (etwa 3100 m Höhe) zur Bildung von Temperatursummen benützt; die Aufarbeitung dieser Daten verdanken wir Herrn Dr. G. GENSLER, Wetterdienst Flughafen Zürich.

Bei der Bearbeitung der Firnmessungen werden auch die Windregistrierungen der Bergstationen sowie weitere meteorologische Daten konsultiert. Im vorliegenden Bericht nimmt die Diskussion des Windeinflusses einen grösseren Raum ein als bisher. Dabei verwenden wir die Höhenwinde im Niveau 500 mb (5,5 km), die wir der Alpenwetterstatistik von Herrn Dr. A. SCHUEPP, MZA, entnehmen.

Ein wertvolles Vergleichsmaterial liefern sodann die Schneehöhenbeobachtungen der Bergobservatorien MZA und Meßstellen SLF. Um die Leser auch in den Schneehöhenverlauf in unvergletscherten Gebieten Einsicht nehmen zu lassen, publizieren wir einige charakteristische Werte vom Standardmessfeld Weissfluhjoch ob Davos (SLF). Daneben stehen erstmals die entsprechenden Daten der meteorologischen Station Gütsch ob Andermatt, die über ein recht gutes Gelände zur Schneemessung zu verfügen scheint. Wir ziehen es vor, inskünftig Gütsch an Stelle von St. Gotthard zu zitieren, da der Schneemessplatz auf

dem Gotthardpass infolge baulicher Veränderungen viel von seinem früheren Wert eingebüsst hat.

Als Anhang veröffentlichen wir wie gewohnt auszugsweise die Messreihe vom Jungfrau firn-Pegel Nr. 3 der Schweizerischen Gletscherkommission (SGK), welcher an der Stelle des einstigen Zürcher Pegels steht. Die Unterlagen hierzu werden uns in verdankenswerter Weise von der Abteilung Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH übermittleit.

Schliesslich enthält unser Bericht die von Dr. G. GENSLER seit vielen Jahren während seiner Ferien im Berninagebiet und im Oberengadin beobachteten Firnzuwachse.

## 2. Witterung und Schneeverhältnisse im hydrologischen Jahr 1957/58

Das zögernde Anwachsen der Schneedecke im Frühwinter, das schon die vier letzten Messperioden ausgezeichnet hatte, wiederholte sich 1957. Der im September gefallene Schnee dürfte im Laufe des ungewöhnlich sonnigen Oktobers auch in Firngebieten restlos weggeschmolzen sein. Als Datum für das definitive Einschneien des ost- und zentral-schweizerischen Hochgebirges darf wohl der 19. Oktober 1957 gelten. Bis zum 7. November blieben jedoch die Schneemengen sehr klein. Am Ende der ersten November-, Dezember- und Januardekade stieg die Schneehöhe jeweils eine Stufe empor, doch führten erst die Januarschneefälle zu einem für die Jahreszeit normalen Wert. Die lockeren Januarschneemassen setzten sich in der Folge, so dass die Schneehöhe nochmals unter den Normalwert zurückfiel. Mitte Februar 1958 setzten dann ergiebige Schneefälle ein. Sie bewirkten einen bedeutenden Schneezuwachs, der allerdings durch stürmische Winde teilweise verblasen wurde und deshalb nicht durchweg den grossen Niederschlagsmengen entsprach.

März und April brachten weiteren Schnee mit dem Erfolg, dass die Schneehöhe auf dem Standardmessfeld Weissfluhjoch von Mitte Februar bis anfangs Mai den jahreszeitlichen Durchschnittswert innehielt oder sogar leicht überschritt. Der Höchststand wurde auf dem Weissfluhjoch schon Mitte März mit 245 cm, auf dem Gütsch ob Andermatt Mitte April

mit 325 cm erreicht. In der Firnregion dürfte das Maximum auf Ende April fallen.

Der warme, sonnige Mai 1958 war im Gegensatz zu den Maimonaten 1955, 1956 und 1957 ein ausgesprochener Ablationsmonat. Im Juni 1958 wechselten Ablationsperioden mit Schlechtwettereinbrüchen. Gütsch aperte am 9. Juni, Weissfluhjoch am 11. Juli aus. Dem in höheren Lagen verbliebenen Schnee setzte die Sonne im Juli und August stark zu.

Über das Verhalten der Lufttemperatur auf Bergstationen und in der freien

Atmosphäre orientieren die Tabellen 2.1 und 2.2. (In der letzten Kolonne von Tab. 2.2 sind die Sondenergebnisse von Mailand und München gemittelt, wobei Mailand doppeltes Gewicht gegeben wurde; dies speziell im Hinblick auf das Berninagebiet.) Die Ablationsperiode Mai–September war mit einziger Ausnahme des Monats Juni beträchtlich wärmer als im langjährigen Durchschnitt; die Ablation griff dementsprechend weit um sich. Im gleichen Sinne wirkte die reichliche Besonnung (Tabelle 2.3).

Tab. 2.1 Lufttemperatur auf Bergstationen während der Ablationsmonate und im ganzen hydrologischen Jahr

M = Mittel A = Abweichung vom langjährigen Mittel (nur für Säntis)  
S = Summe der positiven Tagesmittel

Station m ü. M.	Gütsch 2287		Säntis 2500		Weissfluhjoch 2667		Jungfrauojoch 3578		
	M	S	M	A	M	S	M	S	
Mai 1958	3,6	118	3,2	+3,6	121	2,0	82	-3,9	3
Juni	4,4	133	2,7	-0,1	100	2,1	84	-3,7	2
Juli	7,9	244	6,3	+1,3	204	5,8	186	-0,5	31
August	8,9	276	6,8	+2,0	215	7,0	226	+0,4	51
September	7,5	225	5,5	+2,7	176	5,3	170	-0,7	18
Mai/September 1958	6,5	996	4,9	+1,9	816	4,4	748	-1,7	105
Hydr. Jahr 1957/58	0,2	1135	-1,4	+1,0	909	-1,7	835	-7,3	105

Tab. 2.2 Temperatursummen im Niveau 700 mb (etwa 3100 m ü. M.) nach Radiosondierungen (Temperaturen von 1 h und 13 h jedes Tages gemittelt)

	Payerne	Mailand	München	% Mailand + 1/3 München
Mai	34	42	39	41
Juni	29	38	19	32
Juli	87	114	75	101
August	117	147	104	133
September	76	75	58	69
Mai/September 1958	343	416	295	376

Tab. 2.3 Sonnenscheindauer

	Braunwald	Disentis	Davos	Weissfluh- joch	Schuls	St. Moritz	Säntis
Mai/September 1958							
Absolut in h	901	1039	952	964	1034	1077	955
In Prozent der maximal möglichen Sonnenscheindauer	50	—	54	49	54	60	43
In Prozent des langjährigen Mittels	104	—	108	—	104	114	—
Hydr. Jahr 1957/58							
Absolut in h	1662	1875	1831	2112	1925	2091	2004
In Prozent der maximal möglichen Sonnenscheindauer	48	—	54	53	55	59	45
In Prozent des langjährigen Mittels	107	—	112	—	107	115	—

Auf die Niederschläge gehen wir im Zusammenhang mit den Totalisatorenergebnissen der einzelnen Firngebiete näher ein. Hier sei bloss festgehalten, dass die Niederschlagsmenge des ganzen hydrologischen Jahres (Oktober 1957 bis September 1958) nur wenig vom langjährigen Mittel abwich; im Claridengebiet wurde der Normalwert etwas überschritten, im Silvrettagebiet nicht ganz erreicht. Besonders trocken waren die Monate Oktober, November und Dezember 1957, niederschlagsreich vor allem der Februar 1958, wo beispielsweise Braunwald

nahezu 500 mm erhielt! In einzelnen Monaten ergaben sich grosse regionale Unterschiede, die offenbar dem Windregime zuzuschreiben sind. Dies gilt vor allem für Monate mit häufigem Südwind. Die verbreitete Ansicht, wonach die Glarner Alpen in ihrer Gesamtheit dem Nordweststaugebiet zuzuordnen seien, ist revisionsbedürftig. Um dies zu zeigen, haben wir die Verteilung der Tagesmengen des Niederschlags einiger typischer Stationen auf die verschiedenen Richtungen des Höhenwindes untersucht (Tabelle 2.4).

Tab. 2.4 Verteilung der Niederschläge auf verschiedene Richtungen des Höhenwindes (Periode: hydrologisches Jahr 1957/58. Niveau des Höhenwindes: 500 mb = rund 5500 m ü. M.)

N = Anzahl Tage mit Höhenwind im betreffenden Sektor  
 r = Niederschlagsmenge pro Sektor in mm  
 n = Anzahl Niederschlagstage (mit  $\geq 0,1$  mm)  
 R = Niederschlagstotal des hydrologischen Jahres  
 r/N = Durchschnitt pro Tag im betreffenden Sektor  
 r/n = Durchschnitt pro Niederschlagstag im betreffenden Sektor  
 r/R = Prozentualer Anteil des betreffenden Sektors am Gesamtniederschlag

Windrichtung N (Anzahl Tage)		SE 6	S 17	SW 73	W 96	NW 57	N 23	übrige*) 93	Total 365 Tage
Disentis	n	2	12	50	54	22	8	18	166 Tage
	r	11	214	595	246	170	18	47	1301 mm
	r/N	1,9	12,6	8,1	2,6	3,0	0,8	0,5	
	r/n	5,6	17,9	11,9	4,6	7,8	2,2	2,6	
	r/R	0,9	16,5	45,7	18,9	13,1	1,3	3,6 %	
Gütsch	n	2	14	53	66	21	9	24	189 Tage
	r	28	185	527	332	282	65	133	1552 mm
	r/N	4,6	10,9	7,2	3,5	4,9	2,8	1,4	
	r/n	13,8	13,2	9,9	5,0	13,4	7,3	5,5	
	r/R	1,8	11,9	34,0	21,4	18,2	4,2	8,5 %	
Urnerboden	n	2	9	48	61	22	10	22	174 Tage
	r	17	136	504	525	281	39	130	1632 mm
	r/N	2,9	8,0	6,9	5,5	4,9	1,7	1,4	
	r/n	8,6	15,1	10,5	8,6	12,7	3,9	5,9	
	r/R	1,0	8,3	30,9	32,2	17,2	2,4	8,0 %	
Linthal- Fätschbach	n	2	6	42	63	24	8	21	166 Tage
	r	28	55	427	619	525	52	145	1851 mm
	r/N	4,7	3,2	5,7	6,5	9,2	2,3	1,6	
	r/n	14,2	9,1	10,2	9,8	21,9	6,5	6,9	
	r/R	1,5	2,9	23,1	33,5	28,4	2,8	7,8 %	
Weissfluhjoch	n	1	10	49	62	21	6	22	171 Tage
	r	11	49	365	427	253	17	123	1245 mm
	r/N	1,8	2,9	5,0	4,4	4,4	0,8	1,3	
	r/n	11,0	4,8	7,4	6,9	12,0	2,9	5,6	
	r/R	0,9	3,9	29,3	34,3	20,3	1,4	9,9 %	

\*) In dieser Kolonne sind zusammengefasst die Fälle mit NE- und E-Wind sowie mit schwachem oder unbestimmtem Wind (aus Alpenwetterstatistik MZA).

Aus Tabelle 2.4 geht hervor, dass bei den Stationen Urnerboden, Linthal und Weissfluhjoch der Westwind den grössten Anteil am Gesamtniederschlag liefert, während bei Gütsch und Disentis diese Rolle dem Südwestwind zukommt. Südwind ergibt bei den beiden letztgenannten Stationen immerhin ein Achtel bis ein Sechstel der Gesamtmenge — in Disentis sogar mehr als der Nordwestwind! — auf dem Urnerboden noch 8 %, in Linthal und auf dem Weissfluhjoch dagegen nur 3 bis 4 %. Auf Nordwestwind spricht andererseits vor allem Linthal an. Urnerboden weist auffallenderweise bei Südwind pro Niederschlagstag 15 mm auf, mehr als bei jeder anderen Windrichtung. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass der Claridenfirn mindestens im oberen Teil recht viel Niederschlag bei Südstaulagen (Föhn) bekommt, während Linthal dem Südstaubereich praktisch entrückt ist. Diese Annahme erklärt zum Teil den grossen Unterschied im Firnhaushalt zwischen den beiden Messplätzen auf Clariden, und auch zwischen Clariden einerseits, Silvretta andererseits.

### 3. Clariden (siehe Tabellen 3.1 bis 3.3)

Während des Frühjahres waren beide Pegel völlig eingeschneit, was bei vertikaler Stangenstellung an beiden Messplätzen eine Schneehöhe von mindestens 480 cm vorausgesetzt hätte. Die Grabung vom 2. Juni, bei welcher der untere Pegel trotz einer Schneehöhe von nur 355 cm immer noch unauffindbar war, zeigt aber, dass er zu jener Zeit um etwa 45° geneigt gewesen sein muss. Zunächst glaubte man allerdings, die Stange sei verschollen oder in eine Gletscherspalte gestürzt; diese Vermutung wurde fast zur Gewissheit, als man beim Graben in 3,5 m Tiefe auf eine Kluft stiess; Dr. SCHUEPP sah sich veranlasst, eine neue Stange aufzustellen. Im Herbst kam die vermisste Stange jedoch wieder zum Vorschein; bei der Endaufnahme am 10. September wies sie eine Neigung von nur 24° auf. Dass sich ein Pegel während der Akkumulationszeit infolge des Kriechens der obersten Schneeschichten stark neigen und dann während der Ablationsperiode wieder teilweise aufrichten kann, haben wir schon früher auf dem Silvrettafirn beobachtet.

Tab. 3.1 Firnzuwachs nach Pegelablesungen auf Clariden seit 10. September 1957, in cm

Messplatz m ü. M.	Hüttenpegel	Untere Boje	Obere Boje
	2440	2700	2900
27. Dezember 1957	15	75	122
6. April 1958	310	—	—
19. April	350	—	—
10. Mai	240	—	—
2. Juni*)	165	355	419
2. Juli	80	320	422
18. Juli	0	270	362
29. August	0	85	242
10. September 1958	0	—5	174

\*) Grabung, anschliessend Ablesungen an neuem Pegel.

Tab. 3.2 Ergebnisse der Frühlings- und Herbstmessungen 1958 auf Clariden

	Messplatz m ü. M.	P = Pegelablesungen S = Sondenabstiche G = Grabungen			Wasserwert cm	Mittleres Raumgewicht kg/cm <sup>3</sup>
		Schneehöhe in cm				
		P	S	G		
2. Juni 1958	2700	—	357	355	177	499
2. Juni	2900	419	—	—	—	—
10. September 1958	2700	—5	—	—	—	—
11. September	2900	174	—	193	103	534

Tab. 3.3 Niederschlag im Umkreis der Clariden

W = Winter (11. September 1957 bis 1. Juni 1958)  
 S = Sommer (2. Juni 1958 bis 10. September 1958)  
 G = Ganzes Gletschermessjahr (11. September 1957 bis 10. September 1958)  
 H = Hydrologisches Jahr (1. Oktober 1957 bis 30. September 1958)  
 N = Normale Jahresmenge (Mittel 1901—1940)

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	H/N %
Linthal-Auen	815	131	54	185	172	105
Linthal-Fätschbach	685	142	59	201	185	—
Urnerboden	1350	104	66	170	163	93
Braunwald	1190	152	59	211	195	104
Elm	960	117	56	173	164	107
Disentis	1170	89	43	132	130	—
Gütsch	2290	115	44	159	155	—
Totalisator						
Geissbützistock	2710	307	70	377	355	103

Unter Zuhilfenahme meteorologischer Vergleichsdaten kann die Ende April eingetretene maximale Schneehöhe bei der unteren Boje auf 440 cm, bei der oberen auf 500 cm veranschlagt werden; die entsprechenden Wasserwerte dürften 210 bzw. 240 cm betragen haben.

Bei der Herbstaufnahme (10. September 1958) war bei der unteren Boje der vorjährige Ockerfleck bereits ausgeapert, die Jahresschicht also restlos aufgezehrt. Ob die aus der Pegelablesung hervorgehende Ablation von 5 cm der Unterlage am Anfang oder am Ende des Berichtsjahres stattgefunden hat, lässt sich nicht eruieren. Der obere Messplatz wies nach Pegelablesung einen Restzuwachs von 174 cm, nach Grabung einen solchen von 193 cm auf. Die Differenz ist auf Ablation im Herbst 1957 zurückzuführen.

Für den Schneehaushalt während der Ablationsperiode erhalten wir schätzungsweise folgende Zahlen (in Zentimeter Wasserwert):

	Unten (2700 m)	Oben (2900 m)
Akkumulation bis zum Maximum	210	240
Rest am 10. Sept. 1958	0	100
Differenz = effektive Ablation	210	140
Sommerniederschläge	70	80
Totale Schmelzleistung	280	220

In horizontaler Richtung hatte die obere Meßstange innert Jahresfrist einen Weg von 12,3 m nach ENE zurückgelegt, wovon 10 m bis Anfang Juni. Bei der unteren Boje betrug die Verlagerung 3,6 m nach SE.

Die Firngrenze lag im Herbst 1958 zwischen 2650 und 2700 m. Der Firn war von einigen breiten und zahlreichen schmalen Spalten durchzogen. Die unvergletscherten Höhenzüge der Umgebung wiesen zum Teil weniger Schnee auf als je.

Der Winterniederschlag nach Geissbützi-Totalisator (307 cm bis 2. Juni) erscheint zu gross, besonders wenn man ihn mit dem Wasserwert der Firnschicht (177 cm) vergleicht. Möglich wäre, dass der Firnzuwachs durch Verwehung erheblich reduziert wurde. Der neue Totalisator bei der Claridenhütte wird uns hoffentlich in solchen Fällen zusätzliche Anhaltspunkte liefern.

4. Silvretta (siehe Tabellen 4.1 bis 4.3)

Die vom März an ziemlich häufigen Pegelablesungen zeigen zunächst die Wirkung der

Tab. 4.1 Firnzuwachs nach Pegelablesungen auf Silvretta seit 27. September 1957, in cm

Messplatz m ü. M.	Untere Boje 2750	Passboje 3000
25. März 1958	308	255
4. April	298	—
18. April	—	310
2. Mai	338	315
21. Mai	263	265
17. Juni	198	215
8. Juli	160	225
18. Juli	138	185
30. Juli	73	—
12. August	48	85
19. August	—2	15
9. September	—60	35

Tab. 4.2 Ergebnisse der Frühjahrs- und Herbstmessungen 1958 auf Silvretta

	P = Pegelablesungen		S = Sondenabstiche		G = Grabungen		Mittleres Raumgewicht kg/m <sup>3</sup>
	Messplatz m ü. M.		Schneehöhe in cm P	S	G	Wasserwert cm	
20. Mai 1958	2460	—	210	210	98	469	
20. Mai	2660	—	242	—	—	—	
21. Mai	2750	263	—	—	—	—	
21. Mai	3000	265	—	278	128	460	
9. September 1958	2750	—60	—	—	—	—	
9. September	3000	35	—	43	23	530	

Tab. 4.3 Niederschlag im Umkreis der Silvretta

W = Winter (27. September 1957 bis 20. Mai 1958)  
 S = Sommer (21. Mai 1958 bis 8. September 1958)  
 G = Ganzes Gletschermessjahr (27. September 1957 bis 8. September 1958)  
 H = Hydrologisches Jahr (1. Oktober 1957 bis 30. September 1958)  
 N = Normale Jahresmenge (Mittel 1901—1940)

Ort	Höhe	W	S	G	H	H/N
	m ü. M.	cm	cm	cm	cm	%
Weissfluhjoch	2540	59	60	119	124	—
Davos	1560	44	47	91	96	96
Klosters	1200	69	52	121	128	99
St. Antönien	1460	70	52	122	128	93
Süs	1430	31	36	67	72	88
Schuls	1250	30	32	62	68	97
Totalisatoren:						
Alp Novai	1360	—	—	133*)	143	—
Silvretta-Hütte	2370	76	54	130	137	94
Silvretta-Vorfeld	2460	85	66	151	159	—
Eckhorn	3145	79	43	122	128	82

\*) Messperiode 4. Oktober 1957 bis 2. September 1958.

April-Schneefälle und lassen uns das Maximum der Schneehöhe auch hier auf Ende April ansetzen. Zu den am 20. Mai bestimmten Wasserwerten sind beim Vorfeld noch etwa 16 cm Schmelzwasser (Abfluss seit Anfang Mai) hinzurechnen, während beim Silvrettapass der Schmelzprozess damals noch kaum in Gang gekommen war. Für das Maximum ergibt sich somit im Vorfeld 114 cm, auf dem Pass 128 cm.

Während des warmen Sommers ging die Schneehöhe erheblich zurück, obgleich die Ablation Ende Juni/Anfang Juli und Ende August durch Neuschneefälle unterbrochen wurde. Setzen wir wiederum:

$$\text{Totale Schmelzleistung} = \text{Differenz der Wasserwerte Maximum-Minimum} \\ + \text{Sommerniederschlag}$$

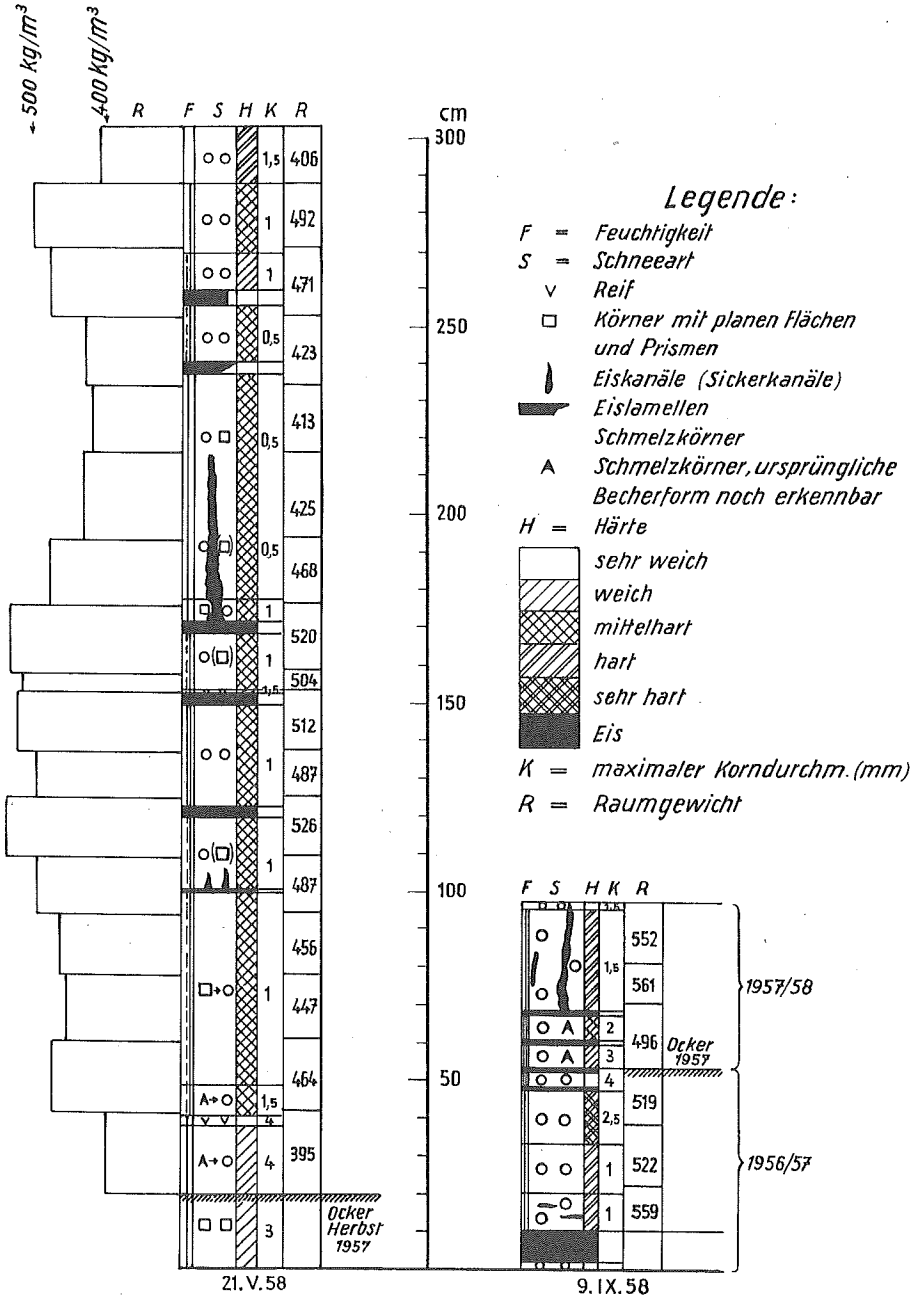
und nehmen wir den letztern in Übereinstimmung mit dem Vorfeld-Totalisator zu 65 cm an, so erhalten wir bei der Passboje eine Abschmelzung von 170 cm, was auf eine Temperatursumme von 380 Gradtagen schliessen lässt. Einen ähnlichen Wert gibt die letzte Kolonne von Tabelle 2.2 für die freie Atmosphäre in 3100 m Höhe.

Über den Zustand der Schneeschichten im Frühjahr und Herbst orientieren die in unserer Abbildung dargestellten Schneeprofile.

Bei der Begehung im Herbst wies der Silvrettagletscher zahlreiche grosse Spalten auf. Der Bergschrund beim Eckhorn war nur an zwei Stellen passierbar und der Felsgrat zwischen Eckhorn und Signalhorn, auf dem der Eckhorntotalisator steht, ragte beträchtlich über den Schnee empor.

Schneeprofile vom Silvrettapass (3000 m ü. M.)

(Aufnahme: Dr. TH. ZINGG, SLF)





Die obere Boje war innert zwei Jahren um 2,9 m nach WSW, die untere im gleichen Zeitraum um 19,3 m nach WNW gewandert.

Die Zunge war gegenüber dem Vorjahr um 9 m zurückgewichen, ebenso das neue Gletschertor auf ihrer Ostseite; auch die Westflanke der Zunge befindet sich im Rückzug.

Der von den beiden alten Totalisatoren (Hütte und Eckhorn, Tabelle 4.3) aufgespeicherte Niederschlag ist offensichtlich zu klein, während der neue Vorfeld-Totalisator plausiblere Werte liefert. Diese Feststellung trifft interessanterweise nicht nur auf die Winterniederschläge, sondern ebenso sehr auf den Sommeranteil zu.

### 5. Gütsch und Weissfluhjoch (siehe Tabelle 5)

Die meteorologische Station Gütsch ob Andermatt liegt in 30 km Entfernung von Clariden hoch oben am Nordhang des Oberalptales auf dem nur schwach gegen Süden abfallenden «Grossboden», etwa 12 km nord-nordöstlich vom Gotthardpass, in einer Höhe von 2290 m ü. M.

Das Standardmessfeld Weissfluhjoch des SLF befindet sich auf einem nahezu horizon-

talen Boden im obersten Teil des nach Südosten abfallenden «Dorfältis» ob Davos, in 2540 m Höhe und in 20 km Abstand WSW vom Silvrettagletscher.

Sozusagen jeder Schneefall wirkte sich beim Gütsch im ersten Augenblick durch einen grösseren Zuwachs der Schneehöhe aus als beim Weissfluhjoch; dafür setzten sich die Schneemassen beim Gütsch jeweils rascher. Im Mai ging auch die Ablation auf Gütsch bedeutend schneller vor sich als auf Weissfluhjoch. Vermutlich war das Raumgewicht des Schnees auf Gütsch kleiner. Diese Unterschiede sind teils regionalen Ursprungs, teils durch Gelände und Wind bedingt. Im Dezember und April fielen im Gotthardgebiet reichlichere Niederschläge als im Glarnerland und bedeutend ergiebiger als im Gebiet von Davos. Die damaligen Schneezuwächse beim Gütsch gehen zu einem grossen Teil auf Südstau zurück. In welchem Ausmass sie dem Claridenfirn zugute kamen, bleibe dahingestellt.

### 6. Jungfraufirn (siehe Tabelle 6)

Beim Vergleich mit den Schneehöhen der viel tiefer gelegenen Stationen Gütsch und Weissfluhjoch fällt vor allem der geringe Zuwachs im Januar auf. Er ist wahrscheinlich eine Folge der Verwehung durch starken Westwind. Vom Januar an bis zum Maximum (Ende April) war die Schneetiefe auf dem Jungfraufirn – wenigstens bei Pegel 3 – sicher kleiner als diejenige auf Clariden. Das gleiche war in den letzten Jahren öfters der Fall.

Tab. 5 Schneehöhen auf Gütsch und Weissfluhjoch, in cm

	Gütsch	Weissfluh-
	2290 m ü. M.	joch 2540 m ü. M.
3. November 1957	0	1
8. November	70	24
6. Dezember	30	20
10. Dezember	55	50
14. Dezember	125	51
5. Januar 1958	95	50
10. Januar	220	150
6. Februar	130	111
8. Februar	160	145
16. Februar	120	137
24. Februar	250	237
13. März	200	205
15. März	270	245
3. April	200	200
17. April	325	232
25. April	220	206
28. April	270	218
15. Mai	120	144
17. Mai	130	159
9. Juni	0	75
11. Juli	—	0

Tab. 6 Firnzuwachs auf dem Jungfraufirn seit 11. September 1957 (Pegel 3 SGK, 3350 m ü. M.)

20. September 1957	—5
28. September	25
12. November	130
2. Dezember	130
29. Dezember	150
25. Januar 1958	180
15. Februar	170
1. März	310
27. März	310
30. April	410
19. Mai	410
10. August	350
9. September	300

### 7. Berninagebiet und Oberengadin

(siehe Tabelle 7)

Am 5. März 1958 beobachtete GENSLEDER im Oberengadiner Skigebiet folgende Schneehöhen: Samaden (Talsohle, 1710 m) 57 cm; St. Moritz (1830 m) 67 cm; Alp Languard (2270 m) 106 cm und Corviglia (2600 m) 150 bis 160 cm.

Am 25. September lagen auf Meßstelle II (Rosatschfirn) 6 bis 8 cm neuer Herbstschnee, darunter 40 cm harter Firnschnee und teilweise undurchstossbares Eis.

Der Jahreszuwachs sei noch von zwei weiteren Punkten mitgeteilt:

Persgletscher (3350 m)	180 cm
Morteratsch (3450 m)	280 cm

Auf eisfreiem Gelände war die Ausaperung beim Herbsttermin in den letzten 23 Beobachtungsjahren nur siebenmal gleich weit

Tab. 7 Firnzuwachs im Berninagebiet seit 1. September 1957, in m

Meßstellen:	I Vadretin Misaun (3010 m)		
	II Rosatschgletscher (3100 m)		
	III Piz Palü (3780 m)		
		I	II
5. März 1958		2,1	2,2
23. September		-0,7	-0,1
25. September*)		—	-0,3
			III
			2,5
			4,5
			—

\*) Messung an Ort und Stelle, übrige mit Fernrohr.

oder weiter fortgeschritten als diesmal. Nach Norden exponierte Felspartien waren bis 3200 m, Osthänge bis gegen 3400 m und Westwände bis mindestens 3400 m schneefrei. Auf Eis war die Firnrücklage der letzten Jahre je nach Neigung und Exposition bis auf Höhen von 2850 bis 3250 m weggeschmolzen; lokal kam sogar noch in 3450 m blankes Eis zum Vorschein.

**E r r a t u m :** Im letztjährigen Bericht sind in Tabelle 6 (Jahrgang 102, S. 370 dieser Zeitschrift) die Zahlen von Kolonne I und II zu vertauschen.

### Résumé 1957/58

Das hydrologische Jahr als Ganzes weist ungefähr normale Niederschlagsmengen auf. Die ersten drei Monate (Oktober-Dezember 1957) waren arm an Schnee, doch wurde das Defizit im Spätwinter und Frühjahr 1958 aufgeholt. Der Sommer brachte neben normalen Niederschlägen hohe Temperaturen und viel Sonnenschein. Damit waren die Voraussetzungen gegeben für eine weitgehende, vielerorts aussergewöhnliche Ausaperung der alpinen Felsregion und ein starkes Abschmelzen der Firne. Der Jahreszuwachs blieb in unseren Messgebieten durchweg unter dem Mittel. Zu diesem Ergebnis trugen auch starke Verwehungen bei.