

Berichte

Der Firnzuwachs pro 1960/61 in einigen schweizerischen Firngebieten

48. Bericht

Von

W. KUHN

(Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt)

A. Einleitung

Bei der Organisation von Messungen auf abgelegenen Firngebieten lag die Hauptschwierigkeit von jeher in der Wahl eines günstigen Zeitpunktes. Für die Messung selbst ist gutes Wetter unerlässlich, weil Wolkenbänke die Geländemarken verdecken und damit die Feststellung der Fixpunkte vereiteln können. Andererseits möchte man mit der Frühjahrsmessung möglichst nahe an das Datum der grössten Schneehöhe, mit der Herbstmessung an dasjenige der grössten Ausaperung herankommen. Diese beiden Daten lassen sich meteorologisch nur in seltenen Fällen mit einiger Sicherheit voraussehen und variieren stark von einem Jahr zum andern.

Wenn längere Zeit unbeständiges Wetter herrscht, ist es oft fast unmöglich, an den wenigen in Frage kommenden Tagen die nötigen Mitarbeiter aufzubieten. So kam es im Herbst 1960 zu einem völligen Ausfall der Messungen auf Clariden und zu einem vorzeitigen Abbruch derselben auf Silvretta.

Das andere Extrem bilden Herbste mit nicht endenwollendem schönem Wetter wie der gegenwärtige (1961). Da kann es vorkommen, dass die zu einer normalen Zeit, das heisst um Mitte September, in den Firn gesteckten Pegel nachträglich um einen halben bis ganzen Meter ausapern, so dass die Messung für den tiefsten Firnstand nicht repräsentativ ist. Wir dürfen uns glücklich schätzen, die Stangen wenigstens so tief eingegraben zu haben, dass sie unter keinen Umständen umfallen und so für die Messung verlorengehen können.

Die nachstehend mitgeteilten Ergebnisse stammen wie gewohnt aus folgenden Quellen:

- (C) Clariden: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich;
- (D) Silvretta: Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos;
- (E) Jungfraufirn: Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich;
- (F) Berninagebiet: Dr. GIAN GENSLER, Flugwetterzentrale Zürich-Flughafen.

Den Bearbeitern der Beiträge D bis F sowie den an C beteiligten MZA-Kollegen danken wir für ihre bereitwillige Mitarbeit beziehungsweise für die freundliche Überlassung ihrer Resultate zur Publikation im Rahmen dieser Berichte. In den Dank eingeschlossen seien die SAC-Hüttenwärter auf Clariden und Silvretta, die nicht nur im Laufe des Jahres wertvolle Ablesungen beibringen, sondern auch tatkräftig bei den Frühjahrs- und Herbstaufnahmen mitwirken.

B. Witterung und Schneeverhältnisse 1960/61

Nachdem schon der September 1960 viel Niederschlag gebracht hatte, begann das hydrologische Jahr 1960/61 mit einem sehr unbeständigen Oktober und November. Winde aus allen Richtungen wechselten miteinander ab, wobei im Oktober der Föhn besonders hervortrat. Berglagen über 2000 m wurden bereits anfangs Oktober definitiv eingeschneit, und die

Schneehöhe erreichte in den beiden ersten Monaten des hydrologischen Jahres ungewöhnlich hohe Beträge. Dezember und Januar waren eher schneearm. Grosse Schneefälle erfolgten jedoch nördlich der Alpen anfangs Februar. (Vgl. Tabelle B1, besonders Gütsch.) So verzeichneten die meteorologischen Stationen Gütsch und Weissfluhjoch die grösste Schneehöhe dieses Winters schon vor Mitte Februar. Beim Gütsch ist dieses Maximum mit 480 cm ausserordentlich hoch und wohl kaum für eine grössere Umgebung repräsentativ. (Vgl. hiezu Abschnitt E.) Das Maximum von Weissfluhjoch (238 cm) ist dagegen als knapp normal zu bezeichnen, wenn man es mit den sonst später eintretenden Wintermaxima des gleichen Standard-Versuchsfeldes vergleicht. Für die Jahreszeit war jedoch auch diese Schneehöhe überdurchschnittlich gross. Wegen der ungewöhnlich hohen Februartemperaturen wies das Mittelland damals übrigens wenig Schnee auf.

Der März brachte dem Gebirge unter zwei Malen Schneefall, dazwischen aber sonniges und warmes Wetter, so dass die Schneehöhe nur in sehr hohen Lagen zunahm. Der gleichfalls warme April vermochte mit seinen ziemlich häufigen, aber wenig ergiebigen Schneefällen einen langsamen Abfall der Schneehöhe in mittleren Berglagen nicht aufzuhalten. Einen letzten kräftigen Zuwachs brachte der kalte, in der Ostschweiz niederschlagsreiche Mai. Erst jetzt erreichte die Säntis-Schneehöhe ihr Wintermaximum (250 cm). Die hier zitierten Bergstationen aperten teils im Juni, teils im Juli aus.

In tieferen Firnlagen dürfte das Maximum der Schneehöhe um Mitte Mai eingetreten sein. Während sonst im Mai der Schnee auf den Firnfeldern zu schmelzen beginnt, setzte die Firnablation dieses Jahr erst nach Mitte Juni in nennenswertem Ausmass ein. Im kalten und niederschlagsreichen Juli machte sie nur zögernde Fortschritte. Stärker war die Abschmelzung in dem zwar unbeständigen, aber relativ warmen August. Ganz aus dem Rahmen des Gewohnten fällt jedoch der trockene und warme Herbst 1961: vom 24. August bis zur Niederschrift dieses Berichtes (Mitte Oktober) herrschte mit unbedeutenden Unterbrüchen trocken, in der Höhe sonniges Wetter. An den meisten Berg- und Talstationen war der September der wärmste Monat des Jahres, was noch nie vorgekommen ist.

Die Tabellen B2 bis B4 dienen in üblicher Weise der Charakterisierung der Temperaturverhältnisse im Gebirge und in der freien Atmosphäre. Zur Ergänzung sei noch mitgeteilt, dass die Temperatursumme (Summe der positiven Tagesmittel) auf Säntis im hydrologischen Jahr 1960/61 sich auf 731 Gradtage beläuft und damit das langjährige Mittel um 11 % übertrifft. Dieser Überschuss ist fast ausschliesslich dem warmen September zu verdanken.

Tabelle B1 Schneehöhen auf unvergletscherten Bergstationen

Station	Gütsch ob Andermatt	Säntis	Weissfluhjoch ob Davos
Höhe des Messfeldes (m ü. M.)	2290	2350	2540
6. Oktober 1960	0	0	3
18. Oktober	75	190	82
1. November	40	45	63
20. November	120	199	102
6. Dezember	95	70	92
31. Dezember	163	80	118
10. Januar 1961	185	139	148
31. Januar	163	128	135
5. Februar	390	195	238
13. Februar	480	210	218
28. Februar	400	175	193
22. März	365	230	220
23. April	200	138	178
14. Mai	170	250	224
18. Juni	0	110	154
25. Juni	0	0	93

Die Temperatursummen dienen zur Abschätzung der Ablation. Es sei in diesem Zusammenhang an die einfache empirische Ablationsformel von Dr. TH. ZINGG erinnert:

$$A = 4,5 \cdot T$$

wonach die in einem gewissen Zeitraum gebildete Schmelzwassermenge in Millimetern (A) aus der für den gleichen Zeitraum und den gleichen Ort geltenden Temperatursumme (T) durch Multiplikation mit dem Faktor 4,5 erhalten wird.

Tabelle B2 Lufttemperatur auf Bergstationen (Monatsmittel Mai–September)

M = Monatsmittel 1961 A = Abweichung vom durchschnittlichen Monatsmittel 1901–1940

Station Höhe (m ü. M.)	Gütsch 2287		Säntis 2500		Weissfluhjoch 2667		Jungfrauoch 3578	
	M	A	M	A	M	A	M	A
Mai 1961	−0,2	−1,4	−1,9	−1,9	−2,4	−1,5	−8,0	−1,2
Juni	5,8	+1,4	4,3	+1,3	3,6	+1,3	−1,9	+1,7
Juli	6,0	−1,0	3,6	−1,4	3,6	−0,8	−2,8	−1,0
August	7,4	+0,2	5,2	+0,3	5,4	+0,7	−0,8	+0,9
September	8,6	+4,0	7,5	+4,8	6,8	+4,2	0,0	+3,6
Mai–September	5,5	+0,6	3,7	+0,6	3,4	+0,6	−2,7	+0,8

Tabelle B3 Temperatursummen (Summen der positiven Tagesmittel) auf Bergstationen und Firnfeldern

Für Clariden wurden die Temperaturen von Gütsch, für Silvretta diejenigen von Weissfluhjoch und für Jungfraufirn diejenigen von Jungfrauoch der Höhe entsprechend reduziert.

Ort Höhe (m ü. M.)	Gütsch 2287		Clariden 2700 2900		Säntis 2500	Weissfluhjoch 2667		Silvretta 2750 3000		Jungfrauoch 3578	Jungfraufirn 3350
Mai 1961	38	9	2	15	12	8	3	—	—		
Juni	177	111	84	140	122	110	76	29	45		
Juli	186	107	77	123	124	111	76	11	24		
August	231	156	121	171	182	168	129	35	57		
September	257	180	144	233	214	200	155	32	59		
Mai–September	889	563	428	682	654	597	439	107	185		

Tabelle B4 Temperatursummen in der freien Atmosphäre (700 mb = etwa 3100 m) nach Radiosondierungen (berechnet von G. GENSLER)

	Payerne	München	Mailand	$\frac{2}{3}$ Mailand + $\frac{1}{3}$ München
Mai 1961	5	1	8	6
Juni	58	53	59	57
Juli	50	40	55	50
August	83	70	97	88
September	89	105	80	88
Mai–September	285	269	299	289

Tabelle B 5 **Sonnenscheindauer**

a = absolut, in Stunden % M = in Prozent der maximal möglichen Sonnenscheindauer
 % m = in Prozent des langjährigen Mittels

	Ablationsperiode Mai–September 1961			Hydrologisches Jahr Oktober 1960–September 1961		
	a	% M	% m	a	% M	% m
Säntis	902	—	—	1766	—	—
Braunwald	914	50	106	1636	47	105
Gütsch	1072	—	—	1939	—	—
Disentis	1052	—	—	1821	—	—
Davos	998	56	113	1755	52	107
Weissfluhjoch	1055	54	—	2026	50	—
Schuls	1110	58	111	1891	54	105
St. Moritz	1076	—	—	1855	—	—

Tabelle B 6 **Verteilung der täglichen Niederschläge
 auf die verschiedenen Richtungen des Höhenwindes (nach 700 mb-Karte vom 01 h-Termin)
 während des hydrologischen Jahres 1960/61**

D = Windrichtung (1 = Nordost, 2 = Ost, 3 = Südost, 4 = Süd, 5 = Südwest, 6 = West,
 7 = Nordwest, 8 = Nord, x = unbestimmt)

N = Anzahl Tage mit der betreffenden Windrichtung

n = Anzahl Tage mit mindestens 0,1 mm Niederschlag bei der betreffenden Windrichtung

r = Niederschlagsmenge in mm pro Windrichtung

R = Totale Niederschlagsmenge des hydrologischen Jahres

D	1	2	3	4	5	6	7	8	x	Total (bzw. Mittel)
N	17	16	11	21	77	104	63	20	36	365
a) Gütsch (2290 m)										
n	9	5	5	14	54	59	41	12	15	214
r	29	40	19	78	391	243	405	134	105	1444 = R
r/N	1,7	2,5	1,7	3,7	5,1	2,3	6,4	6,7	2,9	(4,0)
r/n	3,2	7,9	3,8	5,6	7,2	4,1	9,9	11,2	7,0	(6,8)
100 · r/R	2,0	2,8	1,3	5,4	27,1	16,8	28,0	9,3	7,3	100,0
b) Linthal-Fätschbach (685 m)										
n	8	5	1	6	33	54	30	9	12	158
r	67	29	8	71	400	554	543	142	84	1898 = R
r/N	3,9	1,8	0,7	3,4	5,2	5,3	8,6	7,1	2,3	(5,2)
r/n	8,3	5,7	8,2	11,8	12,1	10,3	18,1	15,8	7,0	(12,0)
100 · r/R	3,5	1,5	0,4	3,8	21,1	29,2	28,6	7,5	4,4	100,0
c) Klosters (1200 m)										
n	7	5	2	4	33	48	32	10	8	149
r	41	15	17	46	321	325	317	126	40	1248 = R
r/N	2,4	1,0	1,6	2,2	4,2	3,1	5,0	6,3	1,1	(3,4)
r/n	5,9	3,1	8,6	11,4	9,7	6,8	9,9	12,6	5,0	(8,4)
100 · r/R	3,3	1,2	1,4	3,7	25,7	26,0	25,4	10,1	3,2	100,0
d) Weissfluhjoch (2540 m)										
n	7	6	4	7	46	60	37	11	15	193
r	31	13	20	25	291	362	331	106	39	1218 = R
r/N	1,8	0,8	1,9	1,2	3,8	3,5	5,3	5,3	1,1	(3,3)
r/n	4,4	2,2	5,1	3,6	6,3	6,0	8,9	9,6	2,6	(6,3)
100 · r/R	2,5	1,1	1,7	2,0	23,9	29,7	27,2	8,7	3,2	100,0

In Tabelle B 4 ist zu beachten, dass der September nur nördlich der Alpen wärmer war als der August; die Mailänder Sonde ergab in 3100 m Höhe im September etwas tiefere Temperaturen als diejenige von München, während sonst in allen Monaten Mailand wärmer war als München.

Die Sonnenscheindauer war nach Tabelle B 5 bei allen Vergleichsstationen etwas übernormal, und zwar sowohl im ganzen hydrologischen Jahr als auch in der Ablationszeit.

In Tabelle B 6 haben wir, wie in den letzten Jahren, eine Aufteilung der Niederschläge nach verschiedenen Richtungen des Höhenwindes vorgenommen, wobei wir diesmal die Untersuchung auch auf zwei Talstationen (Linthal-Fätschbach und Klosters) ausdehnten. Leider sind die für solche Zwecke brauchbaren Niederschlagsstationen in der Umgebung der Firngebiete nicht eben zahlreich.

Die Tabelle zeigt zunächst, dass bei den weitaus häufigsten Windrichtungen Südwest, West und Nordwest gesamthaft 70 bis 80 % aller Niederschläge fallen. Im Verhältnis zu ihrer Häufigkeit sind die Nordwest- und Nordwinde hinsichtlich Niederschlag am ergiebigsten. Linthal erhält bei Nordwestwind durchschnittlich pro Tag etwas mehr Niederschlag als bei Nordwind, während für Klosters das Umgekehrte zutrifft. Dies war nicht unbedingt vorauszusehen, und es ist durchaus denkbar, dass sich diese Verhältnisse im einzelnen von Jahr zu Jahr etwas ändern. Dass Gütsch stärker als die andern Vergleichsstationen auf reinen Südwind anspricht, versteht sich eigentlich von selbst (Südstau bis zum Alpenkamm).

In den grossen Zügen bleibt das Verteilungsbild von Jahr zu Jahr dasselbe, während in den Einzelheiten Verschiebungen auftreten. Wir haben nun nicht die Absicht, diese Teiluntersuchung im Rahmen der Firnzuwachsberichte weiterzuführen; es handelt sich ja mehr um ein Problem der synoptischen Klimatologie, dem allerdings im Zusammenhang mit den alpinen Schneebeziehungen besondere Bedeutung zukommt.

C. Clariden

Da schlechtes Wetter eine ordentliche Begehung im Herbst 1960 verhindert hatte, unternahm Hüttenwart B. MARTI im Dezember allein unter schwierigen Verhältnissen eine Tour nach Clariden, wobei er aber nur wenige Teilresultate beibringen konnte; er erreichte weder den Geissbüzi-Totalisator noch das obere Firnplateau, und beim unteren Messplatz musste er sich mit der Aufstellung eines neuen Pegels in einem nicht genau bestimmten Punkt begnügen; auch die Entleerung des Totalisators bei der Hütte stiess auf Schwierigkeiten, da ein Drittel des Inhaltes trotz der Chlorkalzium-Beimischung gefroren war (!). So fehlen uns zur Beurteilung des Firnzuwachses für die beiden Perioden 1959/60 und 1960/61 grösstenteils die Grundlagen. Da überdies im Firn vom Herbst 1960 her mit keiner deutlich abgegrenzten Grundsicht zu rechnen war und eine Sondierung mit Schneesonden im Frühjahr daher wenig Erfolg versprach, verzichteten wir ausnahmsweise auf eine Frühjahrsbegehung. Für die Bedienung des Geissbüzi-Totalisators wäre sie ohnehin zu spät gekommen, da sein Behälter zweifellos schon im Herbst voll war. Wir können somit den Niederschlag pro 1959/60 und 1960/61 höchstens anhand der unsicheren Ergebnisse vom Hüttentotalisator und der täglichen Messungen tiefer gelegener Vergleichsstationen aus der Umgebung abschätzen. Aus diesem Grunde beginnen wir unsere Zusammenstellung mit einer Übersicht über die Niederschlagsverhältnisse (Tabelle C 1), die wir datumsmässig an die im letzten Bericht (S. 314 des Jahrganges 105 dieser Zeitschrift) publizierte anschliessen.

Der Hüttentotalisator (Altenorenstock, 2480 m ü. M.) ergab vom 9. September 1959 bis 14. Dezember 1960 267 cm Niederschlag, von da an bis 12. September 1961 145 cm. Rechnet man diese Beträge mit Hilfe der täglichen Niederschlagsmessungen aus der Umgebung auf die hydrologischen Jahre um, so ergibt sich:

1. Oktober 1959 bis 30. September 1960: 221 cm

1. Oktober 1960 bis 30. September 1961: 183 cm,

wobei diesen Zahlen nur die Bedeutung einer groben Näherung zukommt.

Für den Geissbüzi-Totalisator (2710 m ü. M.), von dem, wie gesagt, keine Messungen vorliegen, ergibt sich aus einem Vergleich der in der Umgebung gemessenen

Niederschläge mit den normalen Jahressummen als wahrscheinlichste Annahme pro 1959/60 ein Niederschlag von 110 % des Normalwertes oder 380 cm, pro 1960/61 100 % oder 345 cm. Setzt man diese hypothetischen Beträge einerseits, und die für die gleichen Zeitabschnitte berechneten Temperatursummen der Bergstation Säntis (648 bzw. 731 Gradtage) andererseits, in früher berechnete, nicht publizierte Regressionsformeln ein, so findet man für den Firnzuwachs auf Clariden folgende theoretisch zu erwartende Jahresbeträge (ausgedrückt in cm Schneehöhe):

	Unterer Messplatz (2700 m)	Oberer Messplatz (2900 m)
1959/60	210	400
1960/61	155	290

Wie lassen sich damit die spärlichen Beobachtungen zusammenreimen? Für 1959/60 liegen überhaupt keine Angaben über den gesamten Firnzuwachs vor. Im Dezember 1960 grub B. MARTI beim unteren Messplatz einen Pegel 1,50 m tief ein, wobei er den Stangenfuss auf eine harte Grundschicht – vermutlich die Oberfläche von Ende August 1960 – stellte. Ein Zuwachs von 1,5 m mit etwa 60 cm Wasserwert erscheint für die Zeit von September bis Dezember 1960 durchaus möglich. Diese Schicht dürfte sich im Laufe eines Jahres etwa im Verhältnis 4:3 verdichtet haben, bei gleichzeitiger Abnahme ihrer Mächtigkeit auf etwa 110 cm. Die Ablesung am 13. September 1961 zeigte den Pegel 1,45 m tief im Firn steckend; diese Schneehöhe dürfen wir wohl als Jahreszuwachs 1960/61 ansprechen, wobei wir annehmen können, dass von dem nach Mitte Dezember 1960 gefallenen Schnee ein Rest von etwa 35 cm übrigblieb.

Dieser Befund stimmt mit dem berechneten Wert gut überein. Abstiche mit Sondierstangen in der Umgebung des Pegels ergaben mehrere Hartschneesichten in örtlich stark streuender Tiefe, so dass sie zur Sicherung des Ergebnisses nichts beitragen.

Grabung neben dem Pegel führte in 2,55 m Tiefe auf eine sehr harte Schicht, die aller Wahrscheinlichkeit nach dem Horizont vom Herbst 1959 entspricht.

Beim oberen Messplatz stiessen zahlreiche Sondierungen mit geringer Streuung auf eine harte Grundschicht in 4,25 m Tiefe; dabei dürfte es sich um den Horizont von Ende August 1960 handeln. Seine Tiefe ist zwar beträchtlich grösser als die berechnete, doch darf man von einer Regressionsformel wie der hier verwendeten keine grosse Treffsicherheit erwarten.

An beiden Plätzen betrug das mittlere Raumgewicht des Firnschnees in den obersten 2 bis 2½ Metern 550 kg/m³.

Zwischenablesungen liegen nur vom Hüttenpegel und vom unteren Messplatz vor (Tabelle C 2); die letzteren sind mit Vorbehalten aufzunehmen.

Tabelle C 1 Niederschlag im Umkreis der Clariden

F = Periode vom 1. Oktober 1960 bis 13. Dezember 1960 (Tag der Nachtragsmessung)

G = Periode vom 1. Oktober 1960 bis 13. September 1961 (Tag der Herbstmessung)

H = Hydrologisches Jahr 1. Oktober 1960 bis 30. September 1961

N = Normale Jahressumme (Mittel 1901–1940), soweit vorliegend

Ort	Höhe m ü. M.	F	G	H	N	H/N
		cm	cm	cm	cm	%
Linthal-Auen	815	33	173	175	165	106
Linthal-Fätschbach	685	38	187	190	—	—
Limmernboden	1870	35	165	166	—	—
Urnerboden	1350	30	156	158	173	91
Braunwald	1190	34	187	190	189	100
Elm	960	38	156	158	153	103
Disentis	1170	38	111	112	126	89
Gütsch	2290	35	144	145	—	—

Tabelle C 2 Schneehöhen auf Clariden

	Hüttenpegel (2440 m)	Unterer Messplatz (2700 m) über Horizont vom Herbst 1960 (?)
14. Dezember 1960	130	150
12. März 1961	320	375
12. Juli	100	?
24. Juli	15	275
4. August	—	250
14. August	—	190
24. August	—	210
13. September	—	145
24. September	—	75

D. Silvretta

Aus diesem Gebiet liegen vollständige Angaben vor mit Ausnahme derjenigen von der Passboje, die im Herbst 1960 nicht aufgesucht werden konnte. Wir beginnen auch hier mit einer Zusammenstellung der Niederschlagsmessungen (Tabelle D 1). Der Inhalt der Totalisatoren wird im Frühjahr durch Abstichmessung (Höhe des Flüssigkeitsspiegels), im Herbst auch durch Volumenmessung bei der Entleerung bestimmt; da die Volumenmessung genauer ist, sind alle Abstichmessungen entsprechend korrigiert worden; die Umrechnung auf das hydrologische Jahr erfolgt gestützt auf die täglichen Niederschlagsmessungen aus der Umgebung.

Tabelle D 1 Niederschlag im Umkreis der Silvretta

W (Winter) = Periode vom 28. September 1960 bis 23. Mai 1961
 S (Sommer) = Periode vom 24. Mai 1961 bis 29. August 1961
 G = W + S = Periode vom 28. September 1960 bis 29. August 1961
 H = Hydrologisches Jahr (1. Oktober 1960 bis 30. September 1961)
 N = Normale Jahressumme (Mittel 1901—1940), soweit vorliegend

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Weissfluhjoch	2540	76	43	119	122	114	107
Davos	1560	68	30	98	95	100	95
Klosters	1200	87	40	127	124	128	97
St. Antönien	1460	89	43	132	129	138	94
Susch	1430	50	24	74	72	74	97
Schuls	1250	54	27	81	78	71	110
Totalisatoren:							
Alp Novai	1360	89	49	138	136	—	—
Silvretta-Hütte	2370	96	46	142	140	146	96
Silvretta-Vorfeld	2460	116	58	174	172	—	—

Weissfluhjoch und Schuls haben im ganzen hydrologischen Jahr 1960/61 etwas übernormale, alle andern Stationen leicht unternormale Niederschlagsmengen aufzuweisen. Die auf den ersten Blick befremdliche Tatsache, dass die Niederschlagssumme beim Übergang von der Gletscher-Messperiode G zum hydrologischen Jahr H einzig auf Weissfluhjoch zunimmt, an allen andern Vergleichsstationen dagegen abnimmt, hat eine reelle Ursache (Regenschauer auf Weissfluhjoch am 3. September 1961).

Die Ergebnisse der Frühjahrs- und Herbstmessungen auf dem Firn sind in Tabelle D 2 zusammengestellt. Die beim Vorfeld angegebene Schneehöhe wurde als Mittelwert aus 80 Sondenabstichen erhalten. Auf dem Firn dagegen konnte die Schneehöhe nur durch Grabung bis auf den Ocker bestimmt werden, da die Grundschrift weicher als Ende September 1960 und deshalb für Sondenabstiche ungeeignet war.

Tabelle D 2 **Firnzuwachs auf Silvretta seit 27. September 1960**

	Höhe m ü. M.	Schneehöhe cm	Mittleres Raumgewicht kg/m ³	Wasserwert cm
am 24. Mai 1961				
Vorfeld	2460	303	456	138
Unterer Pegel	2750	419	442	185
am 30. August 1961				
Unterer Pegel	2750	137	540	74

Eine Pegelablesung vom 11. April 1961 zeigt, dass die Schneehöhe von da bis 24. Mai um 75 cm gestiegen ist. Der Wasserwert dieses Frühjahrsschnees betrug (beim unteren Pegel sowohl wie auf dem Vorfeld) 27 cm, wovon 5 cm auf Neuschnee entfiel, der kurz vor der Begehung gefallen war.

Der untere Pegel ist innerhalb eines Jahres um 7 m nach Westen gewandert.

Über den Zustand des Gletschers schreibt Dr. TH. ZINGG: Die Randpartien sind stark zurückgewichen, die Zunge bei der Kontrollmarke seit Herbst 1960 um 2 m. Am rechten Ufer hat sich ein neues grosses Gletschertor gebildet. Das Gletscherseelein ist bei gleicher Spiegelhöhe länger als früher und entwässert nach rückwärts unter den Gletscher. Das Toteis ist stark eingesunken. Bis zu einer Höhe von 2600—2650 m ist der Gletscher zurzeit (Ende August 1961) aper.

E. Jungfraufirn

Tabelle E **Schneehöhen auf dem Jungfraufirn**
(Pegel Nr. 3 der Schweizerischen Gletscherkommission, 3350 m)
seit 15. September 1960, in cm

3. November 1960	240	5. Mai 1961	505
16. Dezember	340	12. Mai	550
26. Dezember	315	14. Juni	610
16. Januar 1961	370	30. Juni	530
15. Februar	400	7. Juli	500
19. Februar	370	24. Juli	540
24. Februar	375	20. August	580
18. März	400	23. August	550
12. April	440	8. September	530
16. April	450	14. September	510
		19. September	500
		5. Oktober	500

In dieser Höhe beschränkte sich die Ablation im wesentlichen auf die beiden Perioden von Mitte Juni bis Anfang Juli und vom letzten Augustdrittel bis gegen Ende September. Die maximale Schneehöhe von Mitte Juni ist denn auch grösser als in den letzten 20 Jahren, seit Pegel 3 regelmässig bedient wird. (Zweitgrösstes Maximum: 590 cm im August 1945.)

Andererseits erwecken die im Februar gemessenen Schneehöhen Zweifel an der Repräsentativität der auf dem Gütsch (Tabelle B 1) beobachteten, noch höheren Werte; die dort gemessenen 480 cm sind wohl durch eine lokale Schneeanhäufung zustande gekommen.

F. Berninagebiet

Tabelle F **Firnzuwachs im Berninagebiet am 7. September 1961**

a) nach Fernrohrbeobachtungen von Samaden aus:

	Höhe m ü. M.	Zuwachs seit Sept. 1960 m	Zuwachs seit Sept. 1959 m
Vadretin Misaun	3010	0,9	—
Rosatschgletscher	3100	1,5	—
Piz Palü	3850	3,0	7,0
Chalchagn-Gipfel	3130	1,8	2,8
Persgletscher	3220	2,5	4,2
Morteratsch	3450	2,8	5,0

b) nach Abstichen an Ort und Stelle:

		cm	cm
Diavolezzafirn	2965	170	320 *
Corvatschgletscher	3280	225	370

* stark streuend

Im Vergleich zu den andern in diesem Bericht zitierten Firngebieten weist das Berninagebiet – wenn man seine Höhenlage in Betracht zieht – geringe Zuwachse auf. Dieser Unterschied ist vor allem auf seine Trockenheit zurückzuführen: vom Januar an waren praktisch alle Monate im Engadin wesentlich trockener als auf der Alpennordseite; dies gilt namentlich auch von dem nördlich der Alpen und auf dem Alpenkamm so schneereichen Februar.

Die Firngrenze befand sich auf annähernd horizontaler Eisunterlage (Persgletscher) anfangs September in 2820–2840 m; auf steilen, nach Norden abfallenden Gletscherzungen lag sie in 2560 m, an Ost- und Südosthängen in rund 3150 m. Die Ausaperung auf eisfreiem Gelände war derjenigen des Vorjahres sehr ähnlich und somit gegenüber dem Durchschnitt (seit 1935) stark im Rückstand. Ähnlich war der Zustand ferner im September 1951 sowie in den Herbst 1936 und 1940. Er lässt sich vergleichen mit dem Zustand Ende Juni (!) 1945, 1947 und 1949. Seit 1935 hatte kein September eine geringere Ausaperung aufzuweisen. Inzwischen, das heisst bis Mitte Oktober 1961, wird nun allerdings noch manches Schneefeld zusammengeschrumpft oder verschwunden sein.

G. Résumé 1960/61

Im Winterhalbjahr zeichneten sich die Monate Oktober 1960 und Februar 1961 (letzterer nur nördlich des Alpenkammes) durch grossen Schneereichtum aus. Die eigentlichen Wintermonate brachten zwar häufige, aber wenig ergiebige Schneefälle. Die Ablation begann erst Mitte Juni, dauerte aber mit Unterbrüchen bis in den Oktober hinein an. Von Ende August bis Mitte Oktober herrschte fast ununterbrochen sonniges, warmes Wetter. Die Firnzuwachse waren bei der Herbstaufnahme auf allen hier besprochenen Gletschern überdurchschnittlich, dürften aber nach der Messung in tieferen Lagen noch erheblich zurückgegangen sein.