

# Berichte

## Der Firnzuwachs pro 1956/57 in einigen schweizerischen Firngebieten

XLIV. Bericht

Von

W. K U H N

(Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt)

(mit einer Textfigur)

### Vorbemerkungen

Dank der Zusammenarbeit der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA) mit dem Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) konnten dieses Jahr unsere beiden Stammgebiete Clariden und Silvretta nicht nur im Herbst, sondern auch im Frühjahr aufgesucht werden. Seit Beginn unserer Messreihe (Gründung der einstigen «Zürcher Gletscherkommission»: 1913) waren Frühjahrmessungen aus finanziellen und personellen Gründen nur selten möglich gewesen. Man war ausschliesslich auf die Ablesungen der Schneepegel durch Hüttenwarte und Touristen angewiesen. Solche Pegelablesungen lieferten bestenfalls Anhaltspunkte für die maximale Schneehöhe. Für die zahlenmässige Erfassung des Firnhausaltes sind aber Bestimmungen des Wasserwertes der Schneedecke, wie sie nur durch Bohrungen oder Grabungen gewonnen werden können, von grundlegender Bedeutung. Frühjahrmessungen erlauben die Aufstellung einer getrennten Bilanz für Akkumulation und Ablation. Sie werden vorteilhafterweise ergänzt durch Abstichmessungen an den Niederschlagstotalisatoren. Diese Apparate liefern bekanntlich sehr unsichere Ergebnisse, da Wind, Rauhreifbildung und zeitweiliges Gefrieren des Inhaltes erhebliche Fehler bewirken. Zwischenabstiche liegen deshalb auch im Interesse einer wirksameren Überwachung der Totalisatoren.

In Zukunft sollen jedes Jahr auf beiden Gletschern eine Frühjahrs- und Herbstbegehung durchgeführt werden. Dabei wird sich die letztes Jahr eingeführte Arbeitsteilung bewähren, bei der das SLF (Sitz in

Davos-Weissfluhjoch) den benachbarten Silvrettagletscher beobachtet, während sich die MZA (Zürich) mit der Kontrolle des Claridenfirns begnügt.

Für die Wasserwertsbestimmungen stellte uns die Abteilung für Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der E.T.H. eine Schneewaage mit den nötigen Zusatzgeräten leihweise zur Verfügung. Unser Messprogramm erfuhr ausserdem eine willkommene Bereicherung durch die Verwendung von Tiefensonden; dies sind Meßstäbe aus Anticorodal, die durch Aneinanderschrauben zu einer Stange von mehreren Metern Länge zusammengefügt und mit einer harten Spitze senkrecht in den Schnee gesenkt werden können; mit ihrer Hilfe konnten wir die Dicke der Jahresschicht über dem Eishorizont vom letzten Herbst an zahlreichen Punkten in der Umgebung unserer Meßstellen mit geringem Arbeitsaufwand feststellen und so die durch Pegelablesung und Grabung ermittelten Schneehöhen durch einen repräsentativen Mittelwert untermauern.

### 1. Witterung und Schneeverhältnisse im hydrologischen Jahr 1956/57

Die Berglagen zwischen 2500 und 3500 m Höhe erhielten bereits in den ersten Oktobertagen eine bleibende Schneedecke. Das Einschneien erfolgte mithin etwa 14 Tage früher als im Durchschnitt. Dann folgte aber ein schneearmer Spätherbst und Winter. Über diese Tatsache vermögen einzelne kräftige Schneefälle (z. B. Ende Oktober, Ende November und anfangs Januar) nicht hinwegzutäuschen. Die Schneehöhe blieb nahezu während des ganzen Winters und Frühjahres unter dem normalen Wert. Nicht

einmal der niederschlagsreiche Februar vermochte den Schneemangel auf die Dauer zu beheben. Einzig Ende Februar überschritt die Schneehöhe im Gebirge vorübergehend den für die Jahreszeit normalen Wert. Auf dem St. Gotthardpass (2090 m) und Weissfluhjoch (Versuchsfeld 2540 m) wurde am 25. Februar mit 245 bzw. 221 cm das Maximum dieses Winters verzeichnet.

Während auf dem Weissfluhjoch die Schneehöhe normalerweise im März und April noch etwas zunimmt, blieb sie dieses Jahr von Anfang März bis Ende Mai zwischen 2 und 1½ m, ohne das Februarmaximum ein zweites Mal zu erreichen (vgl. Tab. 4). Auf dem Säntis (Schneemessplatz 2350 m) stieg sie dagegen stufenweise weiter, um den Höchstwert mit 365 cm am 8. Mai zu erreichen. An diesem Datum, das sich den Landwirten im Mittelland durch einen folgenschweren Spätfrost einprägte, dürfte die Schneedecke in den tiefer gelegenen Firngebieten der Zentral- und Ostschweiz ihre grösste Mächtigkeit erlangt haben. In Gletschergebieten über 3000 m trat der höchste Stand wahrscheinlich erst gegen Ende Mai ein. Soweit sich dies nach den vorliegenden Beobachtungen beurteilen lässt, waren die Maximalbeträge eher bescheiden.

Auf die wenig ergiebige Akkumulationsperiode folgte nun ein niederschlagsreicher Sommer. Die Temperatur lag allerdings zeitweise sehr hoch, vor allem Ende Juni/Anfang Juli. Am Mittag des 6. Juli erreichte sie auf Säntis und Weissfluhjoch volle 20 Grad! Diese beiden Stationen waren Anfang Juli *ausgeapert*, nachdem die Schneehöhe im Juni rasch zurückgegangen war. Auf den Firnfeldern machte der Schmelzprozess im Juli und August weitere Fortschritte, wurde aber mehrmals von ziemlich ergiebigen Schneefällen unterbrochen. Der im Juli und August gefallene Schnee kam nur teilweise zum Abtrag. Da er sich jedoch noch verdichtete und die Unterlage zusammenpresste, senkte sich die Schneeoberfläche vom Juli zum September immerhin etwas. Das Herbstminimum fällt vermutlich auf den September; seine genaue Datierung stösst aber, wie in den letzten Jahren mit ihren häufigen Herbstschneefällen, auf Schwierigkeiten.

Um den Temperaturverlauf zu charakterisieren, geben wir für den Säntisgipfel (2500 m) in Tab. 1 die Monatsmittel

und ihre Abweichungen von den Normalwerten (Mittel 1864—1940) an.

Tab. 1a Temperatur-Monatsmittel Säntis und Abweichungen von den Normalwerten

1956/57	Temperatur	Abweichung
Oktober	—2,1	—0,8
November	—6,3	—1,3
Dezember	—7,7	+0,2
Januar	—8,3	+0,4
Februar	—6,9	+1,9
März	—2,8	+5,1
April	—4,0	+0,8
Mai	—2,3	—1,9
Juni	+4,8	+2,0
Juli	+5,4	+0,4
August	+4,0	—0,8
September	+1,5	—1,3

Einen ungewöhnlichen Wärmeüberschuss weist der März auf; relativ warm waren auch Februar und Juni. Von diesen drei Monaten trug aber natürlich nur der Juni zur Ablation bei. Bedeutend zu kalt war der Mai. So begann die Ablation in grösserem Ausmass erst im Juni, während sie sonst schon im Mai einsetzt.

Die über das ganze hydrologische Jahr Oktober 1956 bis September 1957 erstreckte *Temperatursumme* (Summe der positiven Tagesmittel) beträgt für Säntis 627; davon entfallen 553 auf die Ablationsmonate Juni—September. Verglichen mit dem in den letzten Berichten stets aufgeführten 36jährigen Durchschnitt 1915/16—1950/51 (743) ist die Jahressumme klein. Zieht man aber zum Vergleich das Mittel der Periode 1900/01 bis 1939/40 (656) heran, so erscheint das Berichtsjahr nahezu normal. Das bisher verwendete 36jährige Mittel ist offenbar einseitig durch das warme Jahrzehnt 1942—1951 beeinflusst; wir wollen deshalb inskünftig auf das repräsentativere Mittel 1900/01 bis 1939/40 zurückgreifen.

Die Aufzeichnungen der meteorologischen Station Weissfluhjoch (2667 m) ergeben eine Temperatursumme von 515 für Juni—September bzw. 580 für das ganze hydrologische Jahr. Gute Dienste für die Beurteilung der Ablation leisten auch die aus aerologischen Messungen für das Niveau 700 mb (etwa 3100 m) abgeleiteten Temperatursummen; die zugrundeliegenden Tagesmittel wurden aus den täglichen Radiosondierungen von 0 h und 12 h Weltzeit gebildet:

Tab. 1b Temperatursummen im Niveau 700 Millibar (etwa 3100 m)

	Payerne	München	Mailand	$\frac{\text{München} + 2 \times \text{Mailand}}{3}$
Mai	1	0	0	0
Juni	46	68	62	64
Juli	78	74	104	94
August	70	54	104	87
September	42	22	79	60
	237	218	349	305

Die gesamte Sonnenscheindauer des hydrologischen Jahres 1956/57 weicht nur wenig vom Durchschnitt ab. St. Moritz hat mit 1897 h eine etwas zu grosse, die nachfolgend aufgeführten Stationen haben eine etwas zu kleine Zahl von Sonnenstunden erhalten: Braunwald 1474 h, Säntis 1820 h, Arosa 1686 h, Davos 1597 h, Schuls 1732 h. Keine auf langjährigen Messreihen basierenden Vergleichswerte liegen vor für Disentis 1721 h und Weissfluhjoch 1893 h.

## 2. Clariden

Am festen Pegel bei der Claridenhütte und an den in den Firn eingegrabenen Pegeln wurden im Laufe des Berichtsjahres folgende Schneehöhen abgelesen:

Tab. 2a Firnzuwachs auf Clariden seit 17. September 1956 nach Pegelablesungen

Datum	Hüttenpegel (2440 m) cm	Untere Boje (2700 m) cm	Obere Boje (2900 m) cm
2. Okt. 1956	0	—40	—2
14. Oktober	40	50	68
26. November	80	90	108
20. März 1957	275	340	308
31. März	310	>380	353
28. April	300	>380	393
18. Mai	308	>380	—
9. Juni	280	>380	428
31. Juli	0	240	338
26. August	5	165	288
6. September	0	180	293
10. September	0	160	293

Die meisten Ablesungen stammen von Hüttenwart BALZ MARTI, der auch bei der Frühjahrs- und Herbstaufnahme mitwirkte. Der untere Pegel war von Ende März bis Anfang Juni völlig eingeschneit. Am 18. Mai und 10. September 1957 wurden Kontrollmessungen auf dem Firn durchgeführt. Die Hauptresultate sind in Tab. 2b wiedergegeben.

Die Unterschiede zwischen Pegelablesungen einerseits, Sondierungen und Grabungen andererseits rühren von Ablation und Setzung des Ausgangsniveaus nach der letztjährigen Herbstaufnahme her.

Die Totalisatorenergebnisse vergleichen wir mit den auf den gleichen Zeitraum bezogenen Niederschlagssummen einiger Regenmessstationen aus der weiteren Umgebung (siehe Tab. 2c, S. 367).

Zunächst fällt auf, dass das Verhältnis Winterniederschlag: Niederschlag des ganzen Gletscherjahres (W/G) beim Totalisator wesentlich grösser ist als bei sämtlichen Stationen der Umgebung, unter denen sich übrigens auch Bergstationen befinden (Gütsch). So grosse Unterschiede in der jahreszeitlichen Verteilung des Niederschlags sind kaum denkbar. Entweder ergab der Totalisatorerabstich vom Frühjahr aus unerklärlichen Gründen einen zu grossen Winterniederschlag, oder der Totalisator fing nur einen Teil des Sommerniederschlags auf; die zweite Erklärung scheint der Erfahrung zu widersprechen, wonach Fehlbeurteilungen viel eher im Winterhalbjahr auftreten; dieses Jahr könnte sie ausnahmsweise zu-

Tab. 2b Firnzuwachs nach Sondierungen und Grabungen auf Clariden seit Herbst 1956

Datum	Unterer Messplatz (2700 m)			Oberer Messplatz (2900 m)
	Schneehöhe cm	Raumgewicht kg/m <sup>3</sup>	Wasserwert cm	Schneehöhe cm
18. Mai 1957	427	456	195	—
10. September	167	515	86	312

Tab. 2c Niederschlag im Umkreis des Claridengebietes

	Höhe	W	G	$\frac{W}{G}$	H	$\frac{H}{N}$
	m	cm	cm	%	cm	%
Linthal-Auen	815	86	168	51	182	110
Linthal-Fätschbach	685	96	178	54	195	—
Urnerboden	1350	78	172	46	183	—
Braunwald	1190	98	177	55	195	104
Elm	960	77	151	51	161	106
Disentis	1170	44	102	43	106	—
Gütsch ob Andermatt	2290	76	139	55	143	—
Göschenen	1440	60	115	52	116	81
Gurtnellen	1125	58	98	59	95	80
Totalisator					(red.)	
Geissbüztstock	2710	225	312	72	339	98

treffen, da der Winter 1956/57 verhältnismässig arm an Wind, der Sommer 1957 dagegen zeitweise stürmisch war. Das Verhältnis des gesamten Jahresniederschlages zum Normalwert (H/N) liegt im Bereich des Möglichen und kann kaum zugunsten der einen oder andern Erklärung interpretiert werden.

Die von Dr. M. SCHÜEPP und H. WOLFENBERGER (MZA) mit Hüttenwart B. MARTI durchgeführte Frühjahrsmessung kommt nahe an den höchsten Stand der Akkumulation heran. Im Maximum ist an beiden Messplätzen mit einer Schneehöhe von 4½ bis 5 m und einem Wasserwert von rund 200 cm zu rechnen. Der Winterniederschlag nach Totalisator (225 cm) könnte reell sein, wenn man bedenkt, dass bis zum 18. Mai immerhin ein kleiner Teil des Schnees durch Verdunstung und Ablation verloren ging. Dr. SCHÜEPP nahm mit der Tiefensonde ein Profil der Schneehöhe längs der Aufstiegsroute von der unteren Boje 750 m nach Westen auf. Auf dieser ziemlich genau horizontalen Strecke variierte die Schneehöhe von 410 bis 480 cm, wobei die höchsten Werte am westlichen Ende der Strecke, d. h. am Fusse der steilen Mittelpartie des Claridenfirns auftraten. (Vgl. das von einem Mitarbeiter der Abteilung für Hydrologie E.T.H. im April 1952 längs des ganzen Firns aufgenommene Profil auf S. 279 des 97. Jahrganges dieser Zeitschrift!)

Bei unserer Herbstmessung vom 10. September fanden wir an beiden Messplätzen eine Eislamelle in etwa 50 cm Tiefe, die aller Wahrscheinlichkeit nach im Juli entstanden

war. Der darüberliegende Sommer- und Herbstschnee war schon ziemlich hart und repräsentierte bei einem Raumgewicht von 550—600 kg/m<sup>3</sup> einen Wasserwert von etwa 30 cm. Um einen Anhaltspunkt über die Grösse der Ablation zu erhalten, abstrahieren wir vom zweifelhaften Frühjahrs-Totalisatorenabstich und verteilen die Niederschläge Winter: Sommer im Verhältnis 55:45, das etwa der jahreszeitlichen Verteilung in der Umgebung entspricht. So ergäbe sich ein Winterniederschlag von

$$W' = 0,55 \cdot 312 = 172 \text{ cm}$$

und ein Sommerniederschlag  $S' = 140$  cm. Die Ablagerung auf dem Firn ist im allgemeinen etwas grösser als der Niederschlag, weil Schnee von der benachbarten Felsumrandung auf das Firnfeld verfrachtet wird. Im Winter betrug das Verhältnis Firnzuwachs: Totalisatorniederschlag

$$195:172 = 1,13.$$

Für den Sommer, wo ein Teil des flüssigen Niederschlages direkt abfließt, schätzen wir das Verhältnis auf 1. So ergäbe sich eine Sommerablagerung auf dem unteren Firnplateau von 140 cm und eine gesamte Jahresablagerung von  $195 + 140 = 335$  cm. Der im Herbst übriggebliebene Firnzuwachs von 86 cm Wasserwert liesse somit auf eine Gesamtablation von 250 cm Wasserwert schliessen, wozu es nach ZINGG<sup>1)</sup> einer Tempera-

<sup>1)</sup> ZINGG, TH.: Beitrag zur Kenntnis des Schmelzwasserabflusses der Schneedecke. — Winterbericht Nr. 14 SLF 1949/50, S. 86—90.

tursumme von 560 Graden bedarf. Von dieser Gesamtablation entfielen etwa 140 cm auf Winterschnee und 110 cm auf Sommer- und Herbstschnee. Berücksichtigt man die Tatsache, dass ein Teil des Schmelzwassers im Firnschnee versickert und festfriert, so wird die Schmelzleistung noch etwas grösser.

Im Anschluss an die Ergebnisse von Clariden seien hier auszugswise einige Schneehöhen vom Urnerboden mitgeteilt, die uns in verdankenswerter Weise von den Nordostschweizerischen Kraftwerken übermittelt wurden. Die Meßstelle bei der Kantongrenze (1315 m) erhielt am 26. Oktober eine bleibende Schneedecke. Von Anfang November bis Anfang Januar schwankte die Schneehöhe um 50 cm, dann stieg sie auf etwa 80 cm. Das Maximum wurde am 23. Februar mit 130 cm erreicht. Im sonnigen März schrumpfte die Schneedecke rasch zusammen, um gegen Ende März ganz zu verschwinden. April und Mai brachten allerdings noch mehrmals eine kurzdauernde Schneebedeckung. Die beiden oberen Messstellen (Argseeli 1345 m, Spitelrüti 1390 m) zeigen qualitativ denselben Schneehöhenverlauf, jedoch wie üblich kleinere Mengen (maximal 100 bzw. 65 cm).

3. Silvretta

Tab. 3a Firnzuwachs nach Pegelablesungen auf Silvretta seit 9. September 1956

Datum	Untere Boje	Obere Boje
	(2750 m)	(Pass, 3000 m)
	cm	cm
7. März 1957	—	213
20. März	255	203
3. April	300	258
19. April	305	253
27. April	285	253
6. Juni	285	278
19. Juni	205	—
12. Juli	—	123
28. Juli	125	168
1. September	53	119
27. September	52	131

Die meisten Ablesungen verdanken wir Hüttenwart E. EITLE. Am 26. Juni und 27. September wurde der Gletscher zwecks Wasserwertsbestimmungen und Aufnahme von Schneeprofilen von Dr. TH. ZINGG mit je einem weiteren Mitarbeiter des SLF in Begleitung von Hüttenwart EITLE aufgesucht. Bei der Messung vom 27. September wurde

ein Zurückweichen der Gletscherzungen (Ostlappen und mittlere Zunge) um 8 m seit dem Vorjahr festgestellt; der Abfluss hatte sich im September von der Westseite gegen die mittlere Zunge verlegt.

Die Bojenablesung vom 20. März zeigt im Vergleich zur gleichzeitigen Meldung von Clariden eine kleinere Akkumulation (etwa 1 m weniger Schnee) entsprechend den kleineren Niederschlägen des Silvrettagebietes. Infolge von Verwehungen war die Akkumulation übrigens auf beiden Gletschern am untern Messplatz etwas grösser als am obern. Die Ablation verlief auf beiden Firnfeldern ungefähr parallel, wobei aber zu bemerken ist, dass die beiden Messplätze auf Silvretta weniger differieren als auf Clariden, obschon die Höhendifferenz der Silvrettabojen etwas grösser ist als diejenige der Claridenbojen.

Auch hier sind die durch Grabung und Sondierung festgestellten Schneehöhen etwas grösser als die Pegelwerte (Ablation und Setzung im Herbst 1956). Die in Abb. 1 dargestellten Grabungsprofile von der oberen Meßstelle zeigen die Veränderungen innerhalb der Schneedecke vom Frühsommer zum Herbst 1957. Beim Herbstprofil bestehen die obersten 35 cm mit einem Wasser-

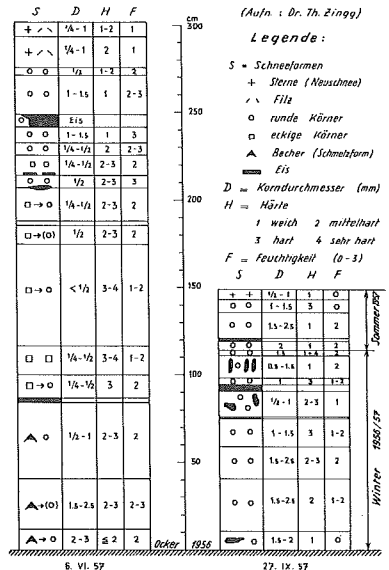


Abb. 1

Schneeprofile vom Silvrettapass (3000 m)

Tab. 3b Firnzuwachs nach Sondierungen und Grabungen auf Silvretta seit Herbst 1956

Sh = Schneehöhe			Rg = Raumgewicht			Ww = Wasserwert			
Datum	Vorfeld (2460 m)			Unterer Messplatz (2750 m)			Oberer Messplatz (3000 m)		
	Sh cm	Rg kg/m <sup>3</sup>	Ww cm	Sh cm	Rg kg/m <sup>3</sup>	Ww cm	Sh cm	Rg kg/m <sup>3</sup>	Ww cm
6. Juni	230	437	101	—	—	—	307	411	126
27. Sept.	—	—	—	65	479	31	145	464	67

wert von 14 cm aus Sommer- und Herbstschnee. An der untern Grenze dieser Schicht fand sich eine sehr inhomogene Schneeschicht (Härtegrade 1 und 4 dicht nebeneinander).

Nach Tab. 3b hat der Wasserwert der Schneedecke auf dem Silvrettapass vom Frühsommer zum Herbst um etwa 60 cm abgenommen. Da während des Sommers neuer Schnee hinzukam ist die gesamte Ablation beträchtlich grösser. Um sie abzuschätzen, stützen wir uns auf die Ergebnisse der Totalisatoren und Regenmeßstationen aus der Umgebung (Tab. 3c).

Die von den beiden Totalisatoren (Silvrettahütte und Eckhorn) gemäss Abstich vom 6. Juni während des Winters und Frühlings aufgefangenen Niederschläge sind kleiner als der Wasserwert des Firnzuwachses (126 cm). Dies bedeutet an und für sich nicht, dass die Abstichmessung einen falschen Wert ergeben habe; denn der Firn kann infolge Ablagerung von Treibschnee aus der Umgebung zusätzliche Schneemengen erhalten haben. Der Unterschied ist allerdings reichlich gross, und die windexponierte Aufstellung der Totalisatoren, besonders desjenigen auf dem Eckhorngrat, mahnt zur Vorsicht in der Übernahme der Totalisatorenergebnisse. Das Misstrauen wird diesmal genährt durch die Diskrepanz zwi-

sehen Totalisatoren und Regenmeßstationen hinsichtlich der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge: Wie beim Clariden-Totalisator finden wir auch beim Eckhorn-Apparat ein unmögliches Verhältnis von Winter- zu Gesamtniederschlag (W/G). Beim Hüttentotalisator ist die Anomalie ordentlich kleiner. Sie kann nicht auf die Höhenlage zurückgeführt werden, da Weissfluhjoch mit den Stationen in der Niederung im Einklang steht. Über die Ursachen dieser Anomalien können nur Vermutungen angestellt werden; wir verweisen auf den Kommentar zu den Niederschlagsmessungen im Claridengebiet.

Nehmen wir für das ganze Gletscherjahr den Niederschlag beim Silvrettapass zu 150 cm an, was dem Ergebnis des Hüttentotalisators entspräche, und verteilen wir diesen Niederschlag gemäss den Prätigauer und Davoser Ergebnissen im Verhältnis von 55:45 auf Winter- und Sommerperiode, so erhalten wir für den Sommer etwa 70 cm. Ein Teil davon bestand aus Regen, der auf diesem horizontalen Firnplateau grösstenteils im Schnee versickerte und somit der Firnmasse nahezu im vollen Betrage zugute kam. Ziehen wir in Betracht, dass am 6. Juni wohl bereits etwas Winterschnee weggeschmolzen war, so kommen wir für das ganze Gletscherjahr auf eine Schneeablagerung von etwa

Tab. 3c Niederschlag im Umkreis der Silvretta

	Höhe m	W cm	G cm	W G		H cm	H N
				%	%		
Weissfluhjoch	2540	68	127	54	117	—	—
Davos	1560	53	106	50	99	99	99
Klosters	1200	75	134	56	127	99	99
St. Antonien	1460	80	150	53	142	103	103
Süs	1430	36	76	47	72	89	89
Schuls	1250	32	69	47	67	94	94
Totalisatoren:					(red.)		
Silvrettahütte	2400	89	150	59	140	96	96
Eckhorn	3145	102	143	71	134	85	85

W = Winter (10. 9. 56—5. 6. 57)

G = Ganzes Gletscherjahr (10. 9. 56—26. 9. 57)

H = Hydrologisches Jahr (1. 10. 56—30. 9. 57)

N = Normale Jahresmenge (Periode 1901—1940)

130 + 70 = 200 cm Wasserwert. Da am 27. September noch 67 cm vorhanden waren, dürfte die gesamte Ablation etwa 130 bis 140 cm betragen haben, was nach den Erfahrungen von ZINGG eine Temperatursumme von etwa 300 Graden voraussetzt. Dieser Wert stimmt mit der in der freien Atmosphäre gemessenen Temperatursumme (Tab. 1b, letzte Kolonne) gut überein.

#### 4. Weissfluhjoch

Zum Vergleich mit den Ergebnissen von Silvretta führen wir einige charakteristische Schneehöhen vom Standard-Versuchsfeld Weissfluhjoch ob Davos (SLF) an. Es handelt sich hier um unvergletschertes Gelände.

Tab. 4 Schneehöhen auf Weissfluhjoch (2540 m)

Datum	cm	Datum	cm
5. Okt. 1956	0	25. Febr. 1957	221
7. Oktober	48	28. März	165
25. Oktober	17	30. März	192
28. Oktober	63	5. Mai	164
25. November	54	7. Mai	178
29. November	90	5. Juni	155
5. Jan. 1957	108	25. Juni	32
23. Februar	147	1. Juli	0

Im Durchschnitt der letzten 20 Jahre trat das Maximum am 2. April ein und betrug 255 cm. So früh wie dies Jahr (25. Februar) stellte es sich Anno 1946 ein, noch früher einzig im Jahre 1953 (10. Februar). In nur 7 von 20 Jahren blieb das Maximum unter dem diesjährigen Betrag. Überraschend ist die geringe Ergiebigkeit des Schneefalles vom 6./7. Mai, der auf dem Säntis einen Zuwachs von 135 cm brachte.

#### 5. Jungfraufirn

Am Pegel 3 der Schweizerischen Gletscherkommission wurden folgende Schneehöhen abgelesen:

Tab. 5 Firnzuwachs auf dem Jungfraufirn (Pegel 3 SGK, 3345 m) seit 10. Sept. 1956

Datum	cm
25. September 1956	—10
29. Januar 1957	155
19. Februar	275
1. April	285
15. April	355
4. September	240
9. September	215
16. September	255

Die Mitteilung dieser Resultate verdanken wir der Abteilung für Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der E.T.H. Obgleich während des Sommers ein längerer Unterbruch in den Messungen eingetreten ist, lassen die vorhandenen Werte die geringe Akkumulation deutlich erkennen. Anfangs April war die Schneehöhe um 70 cm kleiner als bei der oberen Claridenboje, die ihrerseits nur eine mässige Schneehöhe anzeigt.

#### 6. Berninagebiet

Dr. G. GENSLER beobachtete von Samaden aus mit dem Fernrohr wiederum bestimmte Felsinseln, Überdeckungen und Eisabbrüche im Berninagebiet. Einen Teil der Resultate konnte er durch Begehungen der Gletscher an Ort und Stelle nachprüfen.

Tab. 6 Firnzuwachs im Berninagebiet seit 25. September 1956

Messstellen:

I Vadretin Misaun (3010 m)

II Rosatschgletscher (3100 m, genauer als der bisherige Punkt 3110 m)

III Piz Palü (3780 m)

Datum	I m	II m	III m
30. Juni 1957	—	—	4
27. August	—	0,6*	—
31. August	1,4*	—	—
1. September	1,6	0,3	5,5

\*) Messungen an Ort und Stelle. Übrige mit Fernrohr.

Am 1. September lagen (von Mitte August her) folgende Neuschneemengen auf den Firnfeldern:

In 2900 m	5 cm (Neuschneehöhe)
3100 m	40—55 cm
3350 m	90—110 cm

Nach Grabungen ruhte der Neuschnee auf einer Schicht von halbverfirntem Sommerschnee. Ein Eishorizont, der anfangs Juli gebildet worden sein muss, trennte diese Sommerschicht von dem bedeutend härteren Winterschnee. Der Sommerzuwachs inklusive Neuschnee betrug anfangs September:

auf 2900 m	5 cm (nur Augustschnee)
3100 m	85 cm
3350 m	150 cm
3800 m	220 cm

(Vgl. Clariden 50 cm, Silvrettapass 35 cm.)

Der Jahreszuwachs wurde noch an einigen anderen Punkten bestimmt, nämlich:

Diavolezzafirn (2960 m)	16 cm
Piz Mezdi (2980 m)	0
Persgletscher (3350 m)	320 cm
Morteratsch (3450 m)	250 cm

Beim Piz Mezdi handelt es sich um eine Felsunterlage, bei den übrigen um Gletscher.

Die Ausaperung auf eisfreiem Gelände war am 1. September 1957 etwa gleich weit fortgeschritten wie um die gleiche Zeit im Jahre 1946. In den 22 Jahren, seit GENSLER diesbezügliche Beobachtungen anstellt, waren die Berge des Oberengadins im Herbst 7mal noch tiefer verschneit; in den übrigen 15 Jahren lag die orographische Schneegrenze gleich hoch oder höher.

#### Résumé 1956/57

Kennzeichnend für das Berichtsjahr waren der schneearme Winter und der niederschlagsreiche Sommer. Bis Mitte Februar war der Schneezuwachs äusserst gering. In

der zweiten Hälfte Februar wurde der Rückstand vorübergehend aufgeholt. Am Ende des Frühjahres war die Schneehöhe in den meisten Firngebieten wieder unternormal. In höheren Lagen brachten Juli und August einen beträchtlichen Zuwachs, der teilweise bis in den Herbst hinein erhalten blieb. Der Sommerschnee liess sich bei den Grabungen deutlich vom darunter liegenden Winterschnee scheiden. Die Ablation erreichte wegen der häufigen Schlechtwettereinbrüche nicht ganz normale Beträge, obgleich zeitweise sehr hohe Temperaturen herrschten (insbesondere Ende Juni—anfangs Juli). Betrachten wir den Jahreszuwachs als Ganzes, so weisen Clariden und Silvretta überdurchschnittliche Beträge auf, und zwar vor allem bei der unteren Claridenboje und beim Silvrettapass. Auch das Berninagebiet erhielt infolge der ergiebigen Sommerschneefälle einen etwas übernormalen Firnzuwachs. Auf dem Jungfraufirn hingegen schloss das Gletscherjahr mit einem relativ kleinen Zuwachs ab.