

Mitteilungen

Der Firnzuwachs pro 1954/55 in einigen schweizerischen Firngebieten

XLII. Bericht

Von

W. K U H N

(Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt)

Seit etwa drei Jahren begünstigt die Witterung im grossen und ganzen wieder ein Anwachsen der Gletscher; diese Tatsache kommt im jährlichen Firnzuwachs unmittelbar zum Ausdruck, während die Gletscherzungen auf solche Witterungseinflüsse bekanntlich erst nach einer Reihe von Jahren mit einem Vorstoss reagieren.

Folgte im Gletscherjahr 1952/53 auf einen schneereichen Winter ein warmer Sommer, so waren die Verhältnisse in der darauffolgenden Periode 1953/54 gerade umgekehrt. Die Glazialperiode 1954/55, über die wir hier berichten wollen, vereinigte in sich einen schneereichen Winter mit einem nassen Sommer.

Nach unseren letztjährigen Herbstmessungen (Clariden 4. Sept.; Silvretta 24. Sept. 1954) gab es im Oktober und November 1954 noch viele sonnige Tage, so dass die an und für sich recht ergebnissen Herbstniederschläge zu nächst nur ein langsames Anwachsen der Schneedecke in den Firngebieten zustande brachten. Das Weissfluhjoch ob Davos (2540 m) und der Säntis (Schneemessplatz 2350 m) trugen zwar bereits seit Ende September eine Schneedecke, doch blieb diese bis anfangs Dezember sehr dünn und verschwand sogar auf dem Säntis Ende Oktober für einige Tage.

Der Dezember setzte dieser anfänglichen Schneearmut ein jähes Ende. Man betrachte z. B. den raschen Schneezuwachs auf Weissfluhjoch an Hand unserer weiter unten folgenden Tabelle! Auf der St. Gotthard-Passhöhe (2090 m), die am 23. November eingeschneit wurde, verschüttete am 11. Dezember eine Lawine die Beobachtungsstation und setzte sie bis zum Jahresende ausser Betrieb. Die Schneestürme in der Weihnachtswoche trugen im Gebirge trotz der starken Verwehungen nicht wenig zum An-

stieg der Schneehöhe bei. Um Mitte Januar und im Februar ereigneten sich weitere bedeutende Schneefälle, die übrigens wiederum stark verblasen wurden. Im März kam die Niederschlagstätigkeit vorübergehend zur Ruhe. Der April zeichnete sich am Südhang der Alpen durch völlige Trockenheit aus, die weil er am Nordhang nahezu normale, strichweise (z. B. im Prätigau und in den Glarner Alpen) sogar übernormale Niederschläge brachte. Säntis und Weissfluhjoch erreichten Mitte April mit 450 bzw. 310 cm die grösste Schneehöhe des Winters; auf dem Gottthard war das Maximum mit 360 cm schon Mitte März eingetreten. Im Mai wechselten sonnige Perioden, während derer der Schnee sich setzte und zu schmelzen begann, mit neuen Kälteeinbrüchen. Juni und Juli brachten viel Niederschlag bei ungefähr normaler Temperatur. Das Verhalten der Schneedecke war je nach Höhenlage verschieden: rascher Abtrag durch Regen und Sonne im Vorgebirge — (Säntis und Weissfluhjoch aperten am 22. bzw. 23. Juli aus) — unverminderter Fortbestand in hochgelegenen Firngebieten (s. Jungfraufirn). Anhaltend schönes Wetter bescherte uns erst die zweite Augusthälfte, in der die Sonne dem Firnschnee kräftig zu Leibe rückte. Im September wurde die Witterung schon wieder veränderlich, so dass es nicht leicht war, für die Herbstaufnahme geeignete Tage zu finden.

Das Sommerhalbjahr als ganzes war etwas zu kalt, wie die Abweichungen der Säntistemperatur von den langjährigen Monatsmitteln zeigen:

IV. —0,5, V. —1,2, VI. +0,4, VII. +0,4,
VIII. —0,4, IX. —0,5

Dementsprechend bleibt auch die Summe der positiven Tagesmittel (über das hydrologische Jahr Oktober 1954/Septem-

ber 1955 erstreckt) mit 648 erheblich unter dem Normalwert (743). Sie hat übrigens den gleichen Betrag wie im hydrologischen Jahr 1953/54. Ähnliches gilt von der *Sonnenscheindauer*, die im hydrologischen Jahr 1954/55 auf dem Säntis nur 1769 h, in Davos 1622 h und in Braunwald 1417 h erreichte. Langjährige Mittel können bei diesem Element mangels homogener Beobachtungsreihen nicht zum Vergleich herangezogen werden. Die obigen Zahlen dürfen aber (nach Anbringung der apparatebedingten Reduktionen) als recht niedrig bezeichnet werden.

Die *Niederschläge* werden wir im Anschluss an die Ergebnisse der Totalisatoren bei den einzelnen Firngebieten besprechen.

Beim Besuch unserer Stammgebiete Clariden und Silvretta hatten wir sehr unterschiedliches Glück mit dem Wetter. Einen prächtigen Tag erwischte der Schreibende am 18. Sept. 1955 für die Begehung des *Claridengebietes*, bei der ihm der Hüttenwart BALZ MARTI und der Träger BERNHARD ZWEIFEL als tüchtige Mitarbeiter zur Seite standen. Obgleich vom letzten Schneefall am 14./15. September noch kleine Reste bis auf 1720 m herunter vorhanden waren, gab es in der Umgebung der Claridenhütte (2457 m) grosse apere Flecken. Der Firn selbst war hingegen in seiner ganzen Ausdehnung von Neuschnee bedeckt; dieser hatte sich indessen durch Windpressung und Gefrieren bereits in eine tragfähige Decke umgewandelt. Da die alten Klüfte im Gletscherschneise schon im Vorjahr grösstenteils ausgefüllt und sozusagen keine neuen gebildet worden waren, gestaltete sich die Begehung völlig gefahrlos.

Beim unteren Messplatz (2700 m) gelang es meinen Mitarbeitern, bis auf den vorjährigen *Ocker* hinunterzugraben; dieser wurde in einer Tiefe von 310 cm gefunden. Die Stangenablesungen während des Jahres ergaben folgende Veränderungen der Schneehöhe:

Clariden

Datum	Hüttenpegel (2440 m) cm	Firnzuwachs seit 4. Sept. 1954	
		untere Boje (2700 m) cm	obere Boje (2900 m) cm
17. Okt. 1954	35	35	70
21. November	80	115	140
1. Januar 1955	280	335	370
20. März	390	> 425	> 550
27. März	350	> 425	520

Datum	Hüttenpegel (2440 m) cm	Firnzuwachs seit 4. Sept. 1954	
		untere Boje (2700 m) cm	obere Boje (2900 m) cm
1. Mai	430	—	—
31. Mai	340	> 425	> 550
30. Juli	50	385	515
7. August	20	355	490
21. August	—	320	460
18. September	—	240	450

Der grosse Unterschied zwischen Ocker-tiefe und Stangenablesung am unteren Messplatz (18. Sept.: 310 bzw. 240 cm) kann nur zum Teil auf Ablation im Spätherbst 1954 und nachträgliche Setzung der von Ende August 1954 stammenden Schneeschicht zurückgeführt werden. Seine Erklärung bereitet einige Mühe, wenn man nicht annehmen will, dass die Stange, die übrigens bei unserer Herbstaufnahme ziemlich schief stand (Neigung 1:3), im Sommer 1955 von oberflächlichen Hartschneeschichten umklammert und so im Laufe des Neigungsprozesses etwas aus ihrem Loch herausgezogen worden ist. Diese Annahme ist aber nicht von der Hand zu weisen, wie frühere Beobachtungen im Silvrettagebiet gezeigt haben.

Wie man aus der obigen Tabelle erkennt, sind beide Bojen im Frühjahr 1955 ganz zugeschnitten worden. Zur Zeit des Maximums (Mitte April) dürfte der Firnzuwachs auf 2700 m etwa 5½ m, auf 2900 m etwa 6 m betragen haben. Infolge der schlechten Witterung konnten im Juni keine Ableseungen beigebracht werden. Nach dem Verlauf der Schneehöhe in andern Gebieten ist aber anzunehmen, dass beim oberen Messplatz (2900 m) im Juni das April-Maximum nochmals erreicht, eventuell sogar überschritten wurde. Durch Setzung und Ablation senkte sich dann die Schneeoberfläche an dieser Stelle im Laufe des Spätsommers um etwa 2 m, bis sich Mitte September ein halber Meter Neuschnee darauf legte. Die Dichte des darunterliegenden mittelhartem Winterschnees ergab sich bei unserer Herbstaufnahme zu 0,59 kg/dm³; in den härteren Schichten konnten mit dem uns zur Verfügung stehenden Gerät keine Dichtebestimmungen ausgeführt werden. Nimmt man für den ganzen Firnzuwachs eine durchschnittliche Dichte von 0,6 an, so erhält man einen totalen Wasserwert von 0,6 mal 450 = 270 cm.

Der **Totalisator** auf dem Geissbützi-
stock (2710 m) wies vom 4. Sept. 1954 bis
18. Sept. 1955 einen Niederschlag von **405 cm**
auf. Vor der Zwischenentnahme am 14. Au-
gust war bereits etwas Flüssigkeit über den
Rand des vollen Gefässes ausgelaufen, doch
kann es sich nach allen Anzeichen nur um
Spuren gehandelt haben, so dass das Mess-
ergebnis hiedurch nicht beeinflusst wird. Es
stellt 117 % des langjährigen Mittels dar. Die
täglich bedienten meteorologischen und Re-
genmeßstationen aus der weiteren Umgebung
ergeben im gleichen Zeitraum folgende Nie-
derschläge: Linthal-Auen 227 cm = 137 % des
Normalwertes, Linthal-Fätschbachwerk 234
cm, Urnerboden 217 cm, Braunwald 248 cm =
133 %, Elm 199 cm = 130 %, Disentis 128 cm
und Gurtellen im Reusstal 121 cm = 103 %.
Alle Glarner Talstationen, soweit sie uns hier
interessieren, weisen also beträchtlich über-
normale Niederschläge auf, während im
Reusstal und im Vorderrheintal die Nieder-
schläge nur wenig über das Normale hinaus-
gehen. Der Inhalt des Geissbützi-Totalisators
dürfte dies Jahr ungefähr den wahren Nie-
derschlag im Claridengebiet repräsentieren.

Die **Temperatursumme** des Säntis beträgt,
auf die gleiche Periode wie die Niederschläge
bezogen, 704. (Der Mehrwert gegenüber dem
hydrologischen Jahr stammt von den auf die
letztjährige Messung folgenden warmen Ta-
gen im September 1954.)

Einen weiteren Anhaltspunkt zur Beurtei-
lung der Schneeverhältnisse in der Umgebung
des Claridengebietes gewinnen wir aus den
Schneemessungen, welche im Auftrag der
Nordostschweizerischen Kraftwerke auf dem
Urnerboden durchgeführt werden. Wir
möchten der Leitung der NOK in Baden
sowie dem Betriebsleiter und Personal des
Fätschbachwerkes in Linthal auch an dieser
Stelle danken für die Mitteilung der Ergeb-
nisse und die Erlaubnis zu ihrer Publikation.
Fürs erste wollen wir uns auf einige charak-
teristische Daten von der Meßstelle III (an der
Klausenstrasse bei der Kantonsgrenze Uri-
Glarus) beschränken:

Nach einigen Schnee-Vorläufern, von de-
nen der letzte Mitte November immerhin eine
30 cm hohe Decke gebracht hatte, stellte sich
eine dauernde Schneedecke am 5. Dezember
ein. Sie wuchs rasch entsprechend folgenden
Zahlen:

Urnerboden, Kantonsgrenze (1315 m)

Schneehöhen in cm			
11. Dez. 1954	85	14. Febr. 1955	200
25. Dezember	130	20. März	175
17. Jan. 1955	75	10. April	85
19. Januar	120	16. April	155
5. Februar	90	6. Mai	0

Den mächtigen Anstieg im Februar spie-
geln die beiden andern Meßstellen (II Arg-
seeli 1345 m und I Spitelrüti 1390 m) nur ab-
geschwächt wider. Im übrigen ist der Verlauf
dort ähnlich.

Bei der Begehung des **Silvrettage-**
bietes am 27./28. September 1955 verhin-
derte ein unerwarteter Schlechtwetterein-
bruch die Einmessung der Fixpunkte; dafür
konnte Dr. M. SCHÜEPF unter Assistenz von
Hüttenwart EUGEN EITLE und dessen Bruder
die Ablesungen an beiden Meßstangen durch
Grabungen bis auf den vorjährigen Ocker
erhärten.

Silvretta:

Datum	Firnzuwachs seit 24. Sept. 1954	
	untere Boje (2730 m) cm	obere Boje (3000 m) cm
17. Oktober 1954	60	60
19. März 1955	370	360
29./30. März	380	358
6. April	380	?
13./15. April	455	425
21. April	440	410
29. April	420	395
3. Mai	390	380
8. Mai	380	370
8. Juli	310	350
28. Juli	200	?
6. August	?	280
11. August	200	295
31. August	150	260
25. September	115	260
{ 27./28. September	120 Stange	255 }
{ 27./28. September	137 Ocker	279 }

Die **Ockertiefe** ist also auch hier et-
was grösser als der aus den Stangenablesun-
gen erhaltene Firnzuwachs, doch bleiben die
Unterschiede wesentlich kleiner als auf Clari-
den. Die Grabungsprofile ergaben an der
Oberfläche eine in der Hauptsache vom
14./15. Sept. 1955 stammende, bereits ziemlich
harte Schneeschicht von 18 bzw. 45 cm Mäch-

tigkeit (grösserer Wert oben); bei dem erst am zweiten Messtag (28. Sept. 1955) untersuchten Platz auf 2700 m waren inzwischen noch 5 cm Neuschnee hinzugekommen. Der noch vorhandene Schnee vom Winter 1954/55 bestand, wie auf Clariden, aus einer mittelharten Unterlage und bedeutend härteren Oberschichten mit Eis-Einschlüssen. Die spezifischen Gewichte der einzelnen Schichten variierten zwischen 0,48 und 0,58. Als Wasserwert der gesamten Jahresschicht ergab sich bei der oberen Boje 158 cm, bei der unteren 78 cm.

Der Schneehöhenverlauf während des Jahres entspricht durchaus demjenigen auf Clariden mit Ausnahme der bei der unteren Silvrettaboje stets kräftigeren Ablation.

Vergleicht man die Totalisatoren-ergebnisse:

- Silvretta-Hütte (2400 m)
148 cm = 101 % des 40jährigen Mittels
- Silvretta-Eckhorn (3145 m)
149 cm = 95 % des 40jährigen Mittels

mit den für die gleiche Periode (24. Sept. 1954 bis 27. Sept. 1955) berechneten Niederschlags-summen der Regenmeßstationen aus der Umgebung:

- Klosters 155 cm = 120 % d. Normalwertes
- St. Antönien 153 cm = 111 % d. Normalwertes
- Davos 116 cm = 116 % d. Normalwertes
- Süs 76 cm = 93 % d. Normalwertes
- Schuls 64 cm = 91 % d. Normalwertes

so ist man geneigt, die Totalisatorenwerte als etwas zu niedrig anzusprechen. Gilt diese Feststellung schon in bezug auf die Prozentzahlen relativ zu den langjährigen Mitteln, so kommt man angesichts des Wasserwertes der Schneedecke bei der oberen Boje zum Schluss, dass die von den Totalisatoren gelieferten Absolutwerte entschieden zu klein sein müssen. Wie zwei von Hüttenwart Ertle Ende März und Ende April am Hüttentotalisator vorgenommene Abstiche zeigen, stammt der Fehlbetrag aus dem Winterhalbjahr.

Zum Vergleich teilen wir auch die Niederschlagssumme vom Weissfluhjoch ob Davos (2540 m) mit, obschon für diese Hochgebirgsstation noch keine langjährigen Vergleichswerte vorliegen. Sie beträgt in unserer Periode 132 cm.

Die Temperatursumme des Säntis beläuft sich in der Silvretta-Periode auf 653 (normale Jahressumme 743).

Zum Zustand des Silvrettagletschers sei bemerkt, dass ausser dem Bergschrund am Fusse des Eckhorns, der unter einer oberflächlichen Schneedecke 60 bis 70 cm breit klaffte, keine Spalten zu erkennen waren.

Betrachten wir nun den Verlauf der Schneehöhe auf dem unvergletscherten Davoser Weissfluhjoch, wie er aus den Beobachtungen des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung hervorgeht:

Weissfluhjoch (2540 m)

Schneehöhen in cm			
26. Sept. 1954	0	3. April 1955	248
8. Oktober	27	12. April	310
24. Oktober	13	14. Mai	234
4. November	40	17. Mai	268
5. Dezember	46	9. Juni	200
27. Dezember	210	12. Juni	226
9. Januar 1955	166	5. Juli	87
18. Januar	239	8. Juli	98
2. Februar	214	23. Juli	0
11. Februar	299		

In den 19 Jahren seit Bestehen des Messfeldes ist die 3-m-Grenze sechsmal überschritten worden; die bisher grösste Schneehöhe (366 cm) wurde im März 1945 verzeichnet; das diesjährige Maximum figuriert an sechster Stelle. Im Vergleich zum mittleren Verlauf fällt namentlich der schon eingangs erwähnte starke Schneezuwachs im Dezember und Februar auf.

Die nivometrischen Messungen auf dem Jungfraufirn, die von der Abteilung für Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH betreut und uns in zukommender Weise mitgeteilt werden, ermöglichen den Vergleich mit einer hochgelegenen Firnmulde. Wir greifen, wie üblich, einige markante Werte aus der Reihe der Ablesungen am Pegel 3 der Schweiz. Gletscherkommission heraus:

Jungfraufirn (Pegel 3 SGK, 3345 m):

Firnzuwachs seit 30. Sept. 1954 in cm			
10. Okt. 1954	40	26. Januar	185
2. Dezember	120	12. Februar	190
11. Dezember	220	26. Februar	220
5. Jan. 1955	230	7. März	200

2. April 1955	220	18. Juni	350
13. April	300	7. Juli	320
29. April	255	8. August	350
16. Mai	320	13. September	340

Januarwert vom Misaun stellt das Mittel aus vier Einzelmessungen an verschiedenen Punkten dar. Es folgt noch der Jahresfirnzuwachs von einigen weiteren Punkten:

Piz Mezdi	(2980 m)	-0,6 m
Persgletscher	(3350 m)	3,9 m
Morteratsch	(3400 m)	3,8 m
Palü-Gipfelgrat	(3850 m)	2 bis 3 $\frac{1}{2}$ m

Zu diesen Zahlen ist allerdings zu bemerken, dass es sich um provisorische Werte handelt, die noch einer Überarbeitung bedürfen. Aus dem Vergleich mit andern Pegeln des Jungfraufirns ergibt sich, dass im Hochwinter starke Verwehungen vorgekommen sein müssen. Vom Januar an scheinen die Schneehöhen am Pegel 3 zu klein. Wie sich übrigens nachträglich ergab, sind die im letztjährigen Bericht (Jg. 99, S. 264 dieser Zeitschrift) publizierten Jungfraufirn-Schneehöhen vom 18. Januar und 13. Februar 1954 um 1 m zu erhöhen, womit dann die nachfolgende Deutung (erster Satz des auf die Tabelle folgenden Textes) dahinfällt. Beiden Jahren gemeinsam ist das Fehlen eines deutlichen Herbstminimums: von Mai bis September schwankt die Schneehöhe um einen konstanten Wert.

Zum Abschluss dieses Firnzuwachsberichtes geben wir, wie üblich, eine Zusammenfassung der Fernrohrbeobachtungen von Dr. G. GENSLER im Berninagebiet:

	Firnzuwachs		
	seit 29. August 1954 (in m)		
	I	II	III
5. Januar 1955	1,7	2,6	—
4. März	2,1	3,4	3 $\frac{1}{4}$
4. April	-0,9	1,6	3 $\frac{1}{2}$

Die Meßstellen sind die gleichen wie in den letzten Jahren:

I	Vadretin Misaun	(3010 m)
II	Rosatschgletscher	(3110 m)
III	Piz Palü	(3780 m)

Die Stürme der Weihnachtswache wirkten sich auch hier durch grosse Unregelmässigkeiten in der Schneeablagerung aus; der

Diese Messungen zeigen, dass in den um 3000 m gelegenen Zonen des Bernina-Massivs die sommerliche Ablation stärker war als in den zentral- und ostschweizerischen Firngebietten. GENSLER bemerkt dazu u. a.: «Anfang September 1955 war eine recht starke Ausaperung auf eisfreier Unterlage bis auf 3200 m zu beobachten; oberhalb von 3300 m herrschten jedoch winterliche Verhältnisse... Die Felsausaperungen auf dem Vadretin Misaun machten weitere Fortschritte, da nun zwei bisher getrennte Felsinseln zu einer einzigen zusammenschmolzen.»

Die in Analogie zu den vorstehenden Sän-tis-Werten aus den täglichen Radio-Sondierungen von Mailand und München gebildete Temperatursumme für das Niveau 700 mbar (3100 m) beläuft sich auf 201 (im Vorjahr 248; Mailand erhält bei der Mittelbildung doppeltes Gewicht).

Résumé 1954/55: Die Schneehöhe blieb im Hochgebirge bis in den Dezember hinein gering, worauf sie bei stürmischem Wetter sprunghaft anstieg. Im Hochwinter und teilweise auch im Frühjahr gelangten weitere grosse Schneemengen zur Ablagerung. Der Sommer 1955 war bis Mitte August trübe und niederschlagsreich; in Anbetracht der geringen Sonnenscheindauer muss die Ablation als erstaunlich gross bezeichnet werden; dies gilt besonders für die untere Firnzone Graubündens. Immerhin blieb in unseren Stammgebieten Clariden und Silvretta am Ende der Ablationsperiode ein weit überdurchschnittlicher Firnzuwachs bestehen.