

Der Firnzuwachs pro 1951/52 in einigen schweizerischen Firngebieten

XXXIX. Bericht

Von

W. KUHN (Zürich)

(Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt)

(Mit 1 Abbildung im Text)

Beginnen wir mit einer kurzen Schilderung des Witterungsverlaufes im Berichtsjahr 1951/52, wobei wir unser Augenmerk vor allem auf die Schneeverhältnisse richten.

Die Höhenlagen um 2500 m wurden im Gotthardgebiet und in der Zentralschweiz zu Beginn der letzten Oktoberdekade, in der Ostschweiz und in Graubünden am 1. November 1951 definitiv eingeschneit. Der Bergwinter setzte also wie im Vorjahr im normalen Zeitpunkt ein.

Der November brachte mit seinen häufi-

gen Südföhnlagen vor allem dem Südhang der Alpen gewaltige Niederschläge. (Überschwemmungen in der Poebene und im Tessin!) Auf dem St. Gotthardpass (2100 m) betrug die Novembersumme des Niederschlags 508 mm (normal 206 mm), ähnlich wie im föhnreichen November 1926. So ist es nicht verwunderlich, dass der Gotthard bereits am 21. November eine Schneehöhe von 225 cm verzeichnete; dieser Betrag wurde anfangs April 1952 nochmals knapp erreicht, aber nicht mehr übertroffen.

Nördlich des Alpenkammes fielen im No-

vermehr auch sehr ergiebige Niederschläge, doch verhinderte dort der Föhn ein allzu rasches Anwachsen der Schneedecke.

Um Mitte Dezember erhielt das Alpengebiet viel Sonnenschein, während zu Anfang und Ende dieses Monats wechselvolles Wetter herrschte.

Die drei ersten Monate des Jahres 1952 waren auf der Nordseite des Alpenkammes sehr schneereich, namentlich im Flachland. Es sei daran erinnert, dass der Schnee in Zürich (556 m) am 5. Februar 58 cm, in Einsiedeln (910 m) am 10. Februar 155 cm hoch lag und dass sich anfangs April nochmals eine tüchtige Schneedecke auf die Gefilde des Mittellandes legte. Einen so schneereichen Spätwinter haben wir in den Niederungen seit 1919 und 1931 nicht mehr erlebt.

In den Bergen erreichte die Schneehöhe jedoch nicht so hohe Beträge wie im Vorjahr (Lawinenkatastrophen Januar 1951!). Dieses unterschiedliche Verhalten von Berg- und Talregion ist verständlich angesichts der tiefen Januar- und Februar-Temperaturen. Ausser diesen beiden Monaten waren allerdings vom Oktober 1951 bis August 1952 sämtliche Monate zu warm, die meisten ganz erheblich.

Auf dem Säntis (Schneemessfeld 2350 m) stieg die Schneehöhe Mitte Februar und Ende März auf 480 cm; das Weissfluhjoch bei Davos (Standard-Versuchsfeld 2540 m) registrierte als maximale Schneehöhe dieses Winters 242 cm am 2. April. Sowohl dieser Höchstwert wie der zeitliche Verlauf der Schneehöhe während des ganzen Winters kommt auf dem Weissfluhjoch dem Durchschnitt der letzten 15 Jahre ziemlich nahe (vgl. Tab. w. u.). Ähnliches gilt wohl auch für das nahe Silvrettagebiet.

Nach der letzten Rückkehr winterlichen Wetters um den 1. April begann ein ungewöhnlich warmer Frühling und Sommer. Die Ablation der Schneedecke schritt, trotz zeitweiliger Unterbrüche im Mai, sehr schnell fort. Der St. Gotthardpass wurde am 12. Juni, das Weissfluhjoch am 21. und der Säntis am 25. Juni schneefrei. Diese Daten weichen nur wenig vom langjährigen Durchschnitt ab.

In der Firnregion wirkten sich die hohe Lufttemperatur und die intensive Sonnenstrahlung nachhaltig aus. Besonders stark setzte der extrem warme Juli dem Firn-

schnee zu. Häufigkeit und Menge der Niederschläge blieben während der Sommermonate in den uns interessierenden Gebieten etwa 20 % unter dem Normalwert. Wegen der hohen Temperaturen war überdies der Anteil des Schnees am Sommerniederschlag gering.

Auf dem Säntisgipfel (2500 m) ergaben sich in den einzelnen Monaten folgende Temperaturüberschüsse gegenüber den normalen Monatsmitteln:

$$\text{IV} +3,3 \quad \text{V} +0,5 \quad \text{VI} +1,7 \quad \text{VII} +3,7 \\ \text{VIII} +2,0$$

Der September 1952 brachte dann allerdings eine um $3,6^{\circ}\text{C}$ zu tiefe Durchschnittstemperatur. Die im letztjährigen Bericht (S. 258) eingeführte Temperatursumme (Summe der positiven Tagesmittel auf Säntis) ergibt für das hydrologische Jahr 1. Oktober 1951 bis 30. September 1952 den Betrag von 823 (normal 743).

Wenden wir uns nun den einzelnen Firngebieten zu.

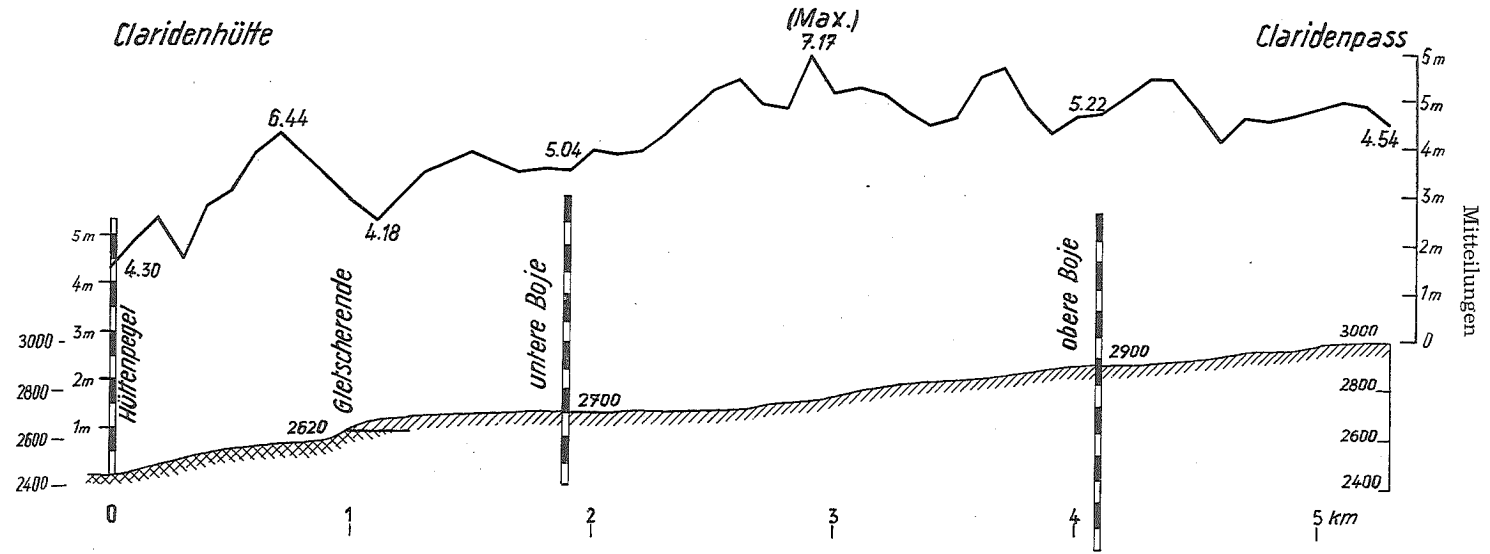
Clariden:

Datum	Hüttenpegel (2440 m)	Firnzuwachs seit 12. Sept. 1951	
		untere Boje (2700 m)	obere Boje (2900 m)
	cm	cm	cm
21. Sept. 1951	0	-45	-25
14. Oktober	0	-25	+5
9. März 1952	360	—	—
16. März	430	—	—
5. April	430	504*	522*
20. April	350	—	—
4. Mai	310	—	—
2. Juni	250	—	—
24. Juli	0	80	233
18. August	0	-15	165
28. August	0	-80	125

* Nach Sondierungen der Versuchsanstalt f. Wasserbau

In den ersten 14 Tagen nach unserer letztjährigen Herbstmessung (12. September 1951) schmolzen bei der unteren Boje noch etwa 50 cm Eis, bei der oberen 30 cm Firnschnee. Ende September erhielt das Firnfeld eine erste Schneeeauflage, die trotz des sonnigen Oktobers nicht mehr verschwand. Der Schneespiegel begann aber erst in der letzten Oktoberdekade entscheidend zu steigen. Von da an besitzen wir bis Ende Juli leider keine direkten Ablesungen von unseren Stangen, da diese wahrscheinlich schon im

Fig. 1 : Schneehöhe auf Clariden 5.IV.52



*Gelände ohne Überhöhung, Schneehöhen, Bojen u. Pegel 200 x überhöht.
(nach Messungen d. Abt. f. Hydrologie, Vers.-Anst. f. Wasserbau u. Erdbau an d. ETH.)*

Januar ganz eingeschneit wurden und erst im Laufe des Juli wieder zum Vorschein kamen.

Wir schätzen uns daher glücklich, ein Schneehöhenprofil wiedergeben zu können, das am 4. bis 6. April 1952 im Auftrag der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der E.T.H., Abteilung Hydrologie, von deren Mitarbeiter H. SIEGENTHALER mittels Sondierstangen aufgenommen und durch Rammprofile ergänzt wurde (Abb. 1). Dieses Profil erstreckt sich über das ganze Gelände von der Claridenhütte bis zum Claridenpass und stützt sich auf 53 Einzelsondierungen, die längs einer ziemlich geraden Route in horizontalen Abständen von je 100 m vorgenommen wurden. Die grösste Schneehöhe (717 cm) wurde im unteren Teil der Gletscherstufe zwischen unseren beiden Messplätzen gefunden. Die mittlere Schneedichte betrug bei der unteren Boje 387 kg/m³.

Da dieses Profil gerade zur Zeit der maximalen Schneehöhe aufgenommen wurde, gibt es wertvollen Aufschluss über die Grösse der Akkumulation und Ablation. Vom Zeitpunkt des tiefsten Firnhorizonts im September 1951 an sind demnach bei beiden Bojen 5,5 m Schnee abgelagert worden. Hiervon wurden im Laufe des Sommers 1952 bis zum Herbstminimum Ende August bei der oberen Boje (2900 m) 4 m, bei der unteren (2700 m) 5,85 m abgetragen.

Als Stichtag für das Jahresergebnis müssen wir den 28. August betrachten, weil an diesem Tage die letzte Beobachtung vor dem Einschneien gemacht wurde. Sie stammt — wie fast alle in unserer Claridentabelle mitgeteilten Ablesungen — von Hüttenwart B. MARTI und ergibt bei der oberen Boje einen Jahreszuwachs von 125 cm, bei der unteren einen Abtrag von 80 cm. Aus der Beschaffenheit der glasharten, schwärzlichen und etwas höckerigen Herbstoberfläche 1952 ist aber zu schliessen, dass der zu 87 cm bestimmte Firnzuwachs des Vorjahres (1950/51) restlos aufgezehrt wurde. Der wahre Jahresabtrag bis zum 31. August 1952 dürfte deshalb bei der unteren Boje etwa 90 cm ausmachen.

Die Oberflächenschicht bestand hier aus Gletschereis, das sich aus mindestens 12 Jahre alten Firnschichten gebildet hat. Das Ausgangsmaterial ist mit Sicherheit vor 1940, wahrscheinlich sogar vor 1937 abgelagert

worden, da alle seitherigen Schneeaufschüttungen im Laufe der warmen und trockenen Sommer 1942, 1943, 1947, 1949, 1950 und 1952 sukzessive abgeschmolzen sind. Daraus ist ersichtlich, dass die Firngrenze im Claridengebiet im Durchschnitt der letzten 15 Jahre oberhalb unseres unteren Messplatzes lag. Dieser Platz hat deshalb in neuester Zeit viel von seiner ursprünglichen Eignung für Gletschermessungen verloren. Äusserlich erkennt man dies schon an den immer zahlreicheren Spalten, welche den früher spaltenfreien Gletscherboden in der Umgebung der unteren Boje durchpflügen.

In diesem Herbst fiel der erste Schnee unerwartet früh, nämlich schon am 31. August. Da eine Woche später neue Schneefälle hinzukamen, blieb der Schnee liegen und erschwerte unsere Jahresaufnahme am 17. September 1952 (W. KUHN, O. LÜTHI, L. LENZLINGER, J. ZWEIFEL). Nebel und Schneefall zwangen uns bei der unteren Boje zur Umkehr, so dass wir an keinem der beiden Messplätze die horizontale Wanderung der Boje feststellen konnten. Der Neuschnee lag bei der unteren Boje 60 cm hoch und hatte ein Raumgewicht von 320 kg/m³. Von den offenbar recht zahlreichen Gletscherspalten waren nur die grösseren noch offen. Natürlich verhinderte die Neuschneebedeckung auch eine direkte Beobachtung der Firngrenze.

Der Totalisator auf dem Geissbützistock (2710 m) ergab für den Zeitraum vom 12. September 1951 bis 16. September 1952 einen totalen Niederschlag von 363 cm. Reduziert man diesen Wert an Hand der Niederschlagsbeobachtungen von Linthal-Auen und Braunwald auf die Periode vom 12. September 1951 bis 28. August 1952, so ergeben sich 329 cm (normale Jahressumme 345 cm). Linthal-Auen (810 m) erhielt im gleichen Zeitraum 165 cm, was genau dem langjährigen Mittel entspricht; in Braunwald (1190 m) wurden 170 cm registriert (normale 187 cm).

Die Temperatursumme des Sänstis beträgt im selben Zeitraum 826 Gradtage (normale Jahressumme 743).

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass das Messjahr 1951/52 durch grosse Wärme und — im Claridengebiet — annähernd normale Niederschläge gekennzeichnet war. Auf die Akkumulationszeit (12. September 1951 bis

4. April 1952) entfällt nach einem Abstich der Versuchsanstalt für Wasserbau beim Totalisator Geissbüztstock ein Niederschlag von 270 cm.

Nach den Regressionsgleichungen, die wir aus den Temperatur-, Niederschlags- und Firnzuwachsmessungen der letzten 35 Jahre abgeleitet haben, wäre theoretisch bei der oberen Boje ein Firnzuwachs von 215 cm, bei der unteren ein Abtrag von 40 cm zu erwarten gewesen. Die tatsächlichen Firnhorizonte liegen an beiden Orten etwas tiefer, doch bleiben die Abweichungen durchaus im normalen Streubereich. Eine strenge Gesetzmässigkeit kann ja ohnehin nicht erwartet werden, solange man Schneehöhen an Stelle von Wasserwerten in die Rechnung einführt; zudem wurden die Strahlungs- und Windeinflüsse vernachlässigt. Trotz dieser Mängel scheinen uns Niederschlags- und Temperatursummen für eine näherungsweise Behandlung des Firnzuwachspblems die weitaus geeignetsten Grössen zu sein; sowohl empirische wie theoretische Gründe sprechen hiefür. In praktischer Hinsicht bieten sie vor allem den Vorteil einfacher Bestimmbarkeit.

Silvretta: Wegen des anhaltend schlechten Wetters konnte dieses Gebiet bis zur Abfassung des vorliegenden Berichtes (10. Oktober) von uns nicht begangen werden. Da nur eine einzige Zwischenablesung vorliegt, verzichten wir auf eine Diskussion und behalten uns vor, die Resultate 1951/52 zusammen mit denen von 1952/53 im nächsten Bericht zu veröffentlichen.

Weissfluhjoch (2540 m): Wie üblich geben wir auszugsweise einige Schneehöhen wieder, die vom Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos-Weissfluhjoch am Pegel des Standard-Versuchsfeldes abgelesen wurden:

	cm		cm
31. Okt. 1951	0	28. Febr. 1952	175
15. November	75	19. März	181
20. November	55	26. März	240
30. November	98	2. April	242
25. Dezember	84	19. Mai	116
31. Jan. 1952	145	27. Mai	150
13. Februar	215	21. Juni	0

Jungfraufirn (3345 m): Durch freundliche Vermittlung von Ing. P. KASSER können wir zum Vergleich auch den Schneehöhenverlauf am Pegel 3 der Schweiz.

Gletscherkommission auf dem Jungfraufirn anführen. Dieser Pegel steht an der Stelle der einstigen oberen Jungfraufirnboje der Zürcher Gletscherkommission. Als markanteste Daten pro 1951/52 greifen wir heraus:

Firnzuwachs seit 6. Sept. 1951		cm	cm
21. Okt. 1951	10	19. April 1952	450
17. November	200	14. Mai	500
22. Dezember	230	23. Mai	480
29. Dezember	280	28. Juni	470
13. Febr. 1952	360	10. August	290
24. März	400	23. August	300
27. März	460	2. September	287
4. April	470		

Für diesen Standort ist der Jahresfirnzuwachs entschieden unternormal.

Zur Abrundung des Bildes seien die von G. GENSLER im Berninagebiet gemachten Fernrohrbeobachtungen mitgeteilt. Sie beziehen sich auf die gleichen Gletscherabbrüche wie im vorjährigen Bericht:

Bernina:

I Vadretin Misaun	3010 m
II Rosatschgletscher	3110 m
III Piz Palü	3870 m

	Firnzuwachs seit 8. Sept. 1951			seit 29. März 1947 (in m)
	I	II	III	
8. Sept. 1951	0	0	0	15 ¹ / ₂
18. Jan. 1952	1,6	2,2	4	19 ¹ / ₄
8. Febr.	1,8	—	—	—
21. Juni	0,7	1,7	6 ³ / ₄	22
5. Juli	—0,4	0,1	6 ¹ / ₄	21 ¹ / ₄
24. Sept.*	—3,1	—2,5	4 ¹ / ₂	19 ¹ / ₂
* exklusive	0,5	0,7	0,8 Neuschnee seit 9. Sept.	

Hier fällt vor allem die geringe Akkumulation bei den Meßstellen I und II auf. Sie muss wohl durch Verwehungen bedingt sein.

Um die Wärmeeinwirkung zahlenmässig zu erfassen, führt GENSLER eine Temperatursumme ein, die — analog zu den vorstehend aufgeführten Temperatursummen des Säntis — aus den positiven Tagesmitteln der Lufttemperatur in der betrachteten Höhenlage gebildet wird. Er verwendet zu diesem Zweck die Radiosondierungen von Mailand und München und nimmt als Tageswert das arith-

metische Mittel aus den beiden Temperaturangaben von 3 h und 15 h im Niveau 700 m b a r. Die Druckfläche 700 m bar liegt nämlich über Mailand im Sommer durchschnittlich in etwa 3100 m, also gerade im Höhenbereich der Meßstellen I und II, in München etwas tiefer. Für die einzelnen Monate des Sommerhalbjahres 1952 ergeben sich folgende Summen:

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Total
Mailand	1	12	90	170	141	33	447
München	—	1	24	162	75	1	263

Die mittlere Höhe der Null-Grad-Isotherme betrug nach den Mailänder Sondierungen:

VI 3630 m VII 4110 m VIII 3880 m IX 3080 m

Das Berninamassiv liegt ziemlich genau auf der Verbindungsgeraden Mailand-München, aber bedeutend näher bei Mailand. Bilden wir das Mittel aus den Temperatursummen über Mailand und München, wobei wir der ersten doppeltes Gewicht geben, so erhalten wir für das ganze Sommerhalbjahr 386 Gradtage, eine Zahl, die den Verhältnissen im Berninagebiet wohl sehr gut angepasst ist.

Nach den Untersuchungen von TH. ZINGG¹⁾ besteht eine einfache Proportionalitätsbeziehung zwischen Temperatursummen und Schmelzwasserhöhen. Nehmen wir den von ihm gefundenen Quotienten 450 mm/100 Gradtage für das Berninagebiet als gültig an, ergibt sich pro 1952 eine totale Abschmelzung von 1737 mm Wasser, oder, bei einer mittleren Schneedichte von 350 kg/m³ (angenommen), ein Firnschwund von zirka 5 m in sehr guter Übereinstimmung mit den am Misaun und Rosatsch beobachteten Ablationen. Bis Anfang Juli wurde der etwas lockere Winterschnee, anschliessend die härtere Unterlage abgebaut. Die Zwischen-

bilanz am 4. Juli ergibt eine Temperatursumme von 124 Gradtagen und damit eine Ablation von 558 mm Wasser, was bei einem angenommenen Schneegewicht von 250 kg/m³ ebenfalls mit der Beobachtung übereinstimmt.

Ausser den Schneehöhen verfolgt GENSLER auch Schwankungen der absoluten Höhe des Firnniveaus. Der 1928 erstmals aus dem Misaungletscher aufgetauchte Felsen ragte in den letzten Jahren um folgende Beträge über die Firnfläche hinaus:

Herbst 1947	12¼ m
Herbst 1948	10¾ m
Herbst 1949	14¼ m
Herbst 1950	16½ m
Herbst 1951	14 m
Herbst 1952	17¼ m

Diese Zahlen belegen in eindrücklicher Weise das fast ununterbrochene Einsinken der Gletscheroberfläche als Folge starken Abschmelzens und ungenügenden Nachschubs.

Résumé 1951/52

Obleich der Winter 1951/52 den Bewohnern des Flachlandes als einer der schneereichsten in Erinnerung bleiben wird, erreichte die Schneehöhe in der Firnregion nur mässige Beträge und blieb in höheren Lagen (Jungfraufirn, Bernina) sogar weit unter dem Durchschnitt. Der Sommer 1952 war wiederum sehr warm und führte wie seine drei letzten Vorgänger zu kräftiger Ablation. Im Claridengebiet erhielt der Firn erst oberhalb zirka 2800 m einen bleibenden Zuwachs. Von Silvretta stehen die Messungen bei Redaktionsschluss noch aus.

Literatur

¹⁾ ZINGG TH.: Winterbericht 1949/50 des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, S. 86—90.