

Der Firnzuwachs pro 1950/51 in einigen schweizerischen Firngebieten

XXXVIII. Bericht

Von

W. KUHN (Zürich)

(Mit 1 Abbildung im Text)

(Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt)

Bei der Beschreibung des Wetterablaufs können wir uns im Hinblick auf die ausführliche Darstellung in den Winterberichten des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung kurz fassen.

Den ersten bleibenden Schnee erhielten die Berglagen zwischen 2000 und 3000 m Höhe Ende Oktober 1950, also zu einem normalen Zeitpunkt. Im niederschlagsreichen November wuchs die Schneehöhe rasch an und erreichte gegen Ende dieses Monats auf dem St. Gotthard-Pass (2100 m) bereits 2 m. Grosse Schneemengen fielen sodann in den Alpen in der Zeit vom 15.—21. Januar 1951 (Lawinenkatastrophen in den Kantonen Graubünden, Glarus, Uri und Wallis). Während einer Periode anhaltender Südwinde in der ersten Hälfte Februar wurden aussergewöhnliche Schneemassen am Südhang der Alpen abgelagert (Tessiner Lawinenunglücke), wobei die starken Schneefälle teilweise ins Gebiet der Berner, Urner und Glarner Alpen übergriffen. Am 13. Februar erreichte der St. Gotthard mit 480 cm die grösste Schneehöhe dieses Winters, ein Maximum, das zwar nicht an die absoluten Höchstwerte aus den Frühjahren 1916 und 1917 (670 bzw. 650 cm) heranreicht, indessen alle seitherigen Maxima übertrifft. Auf dem Säntis

(Schneemessplatz 2350 m) wuchs die Schneedecke bis anfangs April auf 540 cm an. Hierauf begann unterhalb 3000 m die Schneeschmelze. Wegen der grossen Mächtigkeit der Schneedecke wurde der St. Gotthard erst Ende Juni, der Säntis anfangs Juli aper.

Zur Charakterisierung der für die Ablation massgebenden Wärmeverhältnisse diene die auf dem Säntis-Observatorium (2500 m) gemessene Temperatur. Zunächst seien die Abweichungen der Monatsmittel von den entsprechenden langjährigen Durchschnittswerten angegeben, wobei wir uns auf die Monate Mai-September beschränken. (Die zugrundeliegenden Normalmittel 1864—1940 sind im letztjährigen Bericht, S. 273, mitgeteilt worden.)

V. + 0,4, VI. + 0,6, VII. + 1,2, VIII. + 1,5,
IX. + 2,2

Im Zusammenhang mit Ablationsproblemen sind Temperatursummen, bei denen nur Temperaturen über dem Gefrierpunkt gezählt werden, den Monatsmitteln oft vorzuziehen, worauf u. a. R. STREIFF-BECKER hingewiesen hat. Die Verwendung solcher Temperatursummen beruht auf der Annahme, dass nur bei Lufttemperaturen über 0° C ein Schmelzvorgang stattfindet,

wobei dann die pro Flächen- und Zeiteinheit geschmolzene Schneemenge der in Celsiusgraden ausgedrückten Temperatur proportional sei. Diese Annahme vernachlässigt den Einfluss der Strahlung und des Windes. Ausserdem müsste die Lufttemperatur an Ort und Stelle auf den zu untersuchenden Firnfeldern bestimmt werden, während uns nur die Ablesungen von Bergstationen aus der weiteren Umgebung zur Verfügung stehen. Trotz diesen Nachteilen glauben wir durch die Einführung von Temperatursummen die Erforschung der Ablation auf Firnfeldern zu fördern, weshalb diese Grösse in unseren Berichten inskünftig neben den Monatsmitteln stets angegeben werden soll. Streng genommen müssten für diesen Zweck alle über der Nullgradlinie liegenden Abschnitte der Temperaturkurve integriert werden; in der Praxis genügt die Summierung der positiven Tagesmittel. (Die Verwendung einzelner Terminablesungen oder Tagesmaxima ist unzumessend und weniger korrekt.) Damit restlose Klarheit über die hier wiedergegebenen Zahlen herrscht, sei noch erwähnt, dass wir unter dem Tagesmittel das arithmetische Mittel der drei Terminablesungen $\frac{1}{3}$ (7.30 + 13.30 + 21.30 h) verstehen, wogegen die Monatsmittel der Temperatur in der Schweiz bekanntlich nach der Formel $\frac{1}{4}$ (7.30 + 13.30 + 2 \times 21.30 h) berechnet werden. In Tabelle 1 sind für alle hydrologischen Jahre¹⁾ seit Beginn unserer Firnmessungen folgende Grössen zusammengestellt:

Summe der positiven Tagesmittel für das ganze hydrologische Jahr, Teilsumme für die 5 letzten Monate Mai—September und Mitteltemperatur dieser 5 Monate.

Tabelle 1

Temperatur vom Säntis (2500 m)
 S_{12} = Summe der positiven Tagesmittel für das ganze hydrologische Jahr¹⁾
 S_5 = Summe der positiven Tagesmittel für die Monate Mai—September
 T_5 = Mitteltemperatur der Monate Mai—September

Hydr. Jahr	S_{12}	S_5	T_5	Hydr. Jahr	S_{12}	S_5	T_5
1915/16	432	418	1.9	1933/34	812	697	4.2
1916/17	807	760	4.7	1934/35	749	700	3.7
1917/18	548	522	2.8	1935/36	667	628	3.3
1918/19	628	592	2.8	1936/37	674	664	3.7
1919/20	682	621	3.5	1937/38	703	644	3.5
1920/21	924	819	4.6	1938/39	690	590	2.9
1921/22	716	575	2.9	1939/40	551	484	2.3
1922/23	638	653	3.2	1940/41	626	579	2.7
1923/24	653	567	2.9	1941/42	783	733	4.1
1924/25	604	537	2.5	1942/43	850	735	4.2
1925/26	666	555	2.7	1943/44	826	702	3.7
1926/27	723	637	3.3	1944/45	866	838	4.7
1927/28	883	775	3.8	1945/46	783	725	4.3
1928/29	859	825	4.7	1946/47	1057	976	6.0
1929/30	722	653	3.4	1947/48	740	637	3.4
1930/31	660	601	2.8	1948/49	919	764	4.1
1931/32	843	791	4.3	1949/50	981	870	5.2
1932/33	631	600	3.0	1950/51	868	732	4.2
				Mittel 15/16—50/51:	743	671	3.6

Der Korrelationskoeffizient von S_{12} und T_5 beträgt + 0.94, derjenige von S_5 und T_5 + 0.97 und derjenige von S_{12} und S_5 + 0.96.

Aus den Zahlen für 1950/51 folgt, dass das Berichtsjahr wenigstens im Sommer wiederum wärmer als normal war. Deshalb wurde auf unseren Firnfeldern die beträchtliche Schneemenge vom letzten Winter zu einem grossen Teil wieder aufgezehrt, wie aus den nachstehenden Aufzeichnungen hervorgeht.

Clariden:

Datum	Hüttenpegel (2440 m) cm	Firnzuwachs seit 14. Sept. 1950	
		untere Boje (2700 m) cm	obere Boje (2900 m) cm
16. Okt. 1950	0	30	35
26. März 1951	400	>530	>610
15. April 1951	420	>530	>610
3. Mai 1951	385	>530	>610
3. Juni 1951	300	>530?	>610
15. Juni 1951	280	450	>610
1. Juli 1951	200	410	>610
13. Juli 1951	100	340	550
29. Juli 1951	50	280	480
12. Aug. 1951	0	230	420
24. Aug. 1951	0	170	390
2. Sept. 1951	0	130	350
12. Sept. 1951	0	87	310

Fast alle Zwischenablesungen aus dem Claridengebiet stammen von Hüttenwart B. MARTI. Die Herbstaufnahme wurde am

¹⁾ Das hydrologische Jahr beginnt mit dem 1. Oktober und endet mit dem 30. September.

12. September 1951 bei strahlendem Wetter von W. KUHN, Frh. A. LIEBERHERR und Träger J. SCHULER besorgt. Am unteren Messplatz fanden wir den vorjährigen Eishorizont in Übereinstimmung mit der Stangenablesung in einer Tiefe von 87 cm. Bei der oberen Boje musste die Grabarbeit in 2 m Tiefe aufgegeben werden, drang also nicht bis zum Ocker 1950 vor. Schneeprofile s. Abb. 1. Sorgfältige Schätzungen und Rechnungen ergeben für die maximale Schneehöhe am oberen Messplatz ca. 7 m (anfangs Juni), am untern 5½ m (Mitte April). Demnach sind während der Ablationsperiode 4 bis 4½ m Schnee weggeschmolzen. Bei der Bestimmung der horizontalen Wanderung unserer oberen Boje scheint ein Fehler unterlaufen zu sein, weshalb wir hier auf die Mitteilung dieser Grösse verzichten. Die Firngrenze lag bei 2650 m ü. M. Oberhalb etwa 3000 m überlagerte sich dem Firn seit Anfang September eine Neuschneesicht. An windexponierten Gletscherhängen kam aber stellenweise das blanke Gletschereis zum Vorschein, so am Bocktschingel und am Claridenstock. In auffallendem Gegensatz zu den letzten Jahren war der Gletscher längs der Aufstiegsroute so gut wie spaltenlos.

Der Totalisator auf dem Geissbützistock (2710 m) ergab für die Zeitspanne vom 14. September 1950 bis 12. September 1951 einen Gesamtniederschlag von 371 cm; das sind 26 cm oder 7,5 % mehr als im langjährigen Durchschnitt. Im selben Zeitraum wurden in Auen-Linthal 184 cm = 112 % des Normalwertes gemessen. — Die Temperatursumme des Säntis beträgt in dieser Periode 820.

Silvretta:

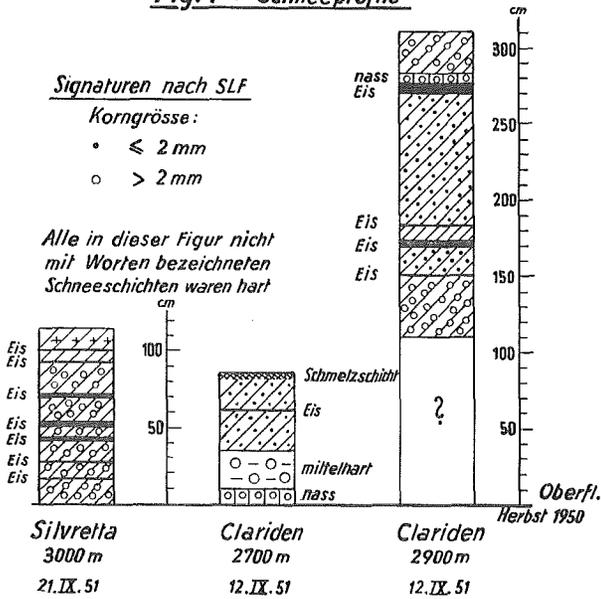
Datum	Firnzuwachs seit 4. Okt. 1950	
	untere Boje (2750 m) cm	obere Boje (3000 m) cm
4. März 1951	330	—
16. März 1951	>355	345
6. Mai 1951	>355	460
15. Mai 1951	>355	400
27. Juni 1951	170	275
28. Juli 1951	155	220
4. Aug. 1951	125	—
5. Sept. 1951	—	130
21. Sept. 1951	—10	85

Die von Bergführer J. NEUHAESLER und einigen Touristen beigebrachten Pegelablesungen lassen den Schluss zu, dass bei der oberen Silvrettaboje Mitte April ca. 5 m Schnee lagen, während sich auf dem unteren Messfeld das Maximum auf 4½ m be laufen dürfte. Die Gesamtablation ist also ungefähr gleich gross wie auf Clariden (4 bis 4½ m). Trägt man die Schneehöhen in Funktion der Zeit graphisch auf, so erkennt man, dass die Abschmelzung (schneehöhenmässig, nicht mengenmässig!) von Ende Juni an auf Silvretta bedeutend langsamer fortschritt als im Claridengebiet; dieser Unterschied ist wohl so zu erklären, dass im Sommer auf dem Silvrettagletscher dichtere Schneeschichten zum Abtrag gelangten.

Anlässlich der jährlichen Begehung am 21. September 1951 (Dr. M. SCHÜEPP, W. STUDER, J. RIEKER, O. LÜTHI und Bergführer A. MICHAUD) wurde auf dem Silvrettapass ein Profil der restlichen Jahresschicht aufgenommen; sie bestand aus Hartschneelagen und Eislamellen. Das Ergebnis ist in Abb. 1 neben den Profilen vom untern und oberen Claridenfirn dargestellt, wobei wir uns an die vom Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) herausgegebenen Signaturen halten.

Bei der oberen Silvrettaboje wurde der vorjährige Ocker in einer Tiefe von 1.15 m aufgedeckt, bei der unteren lag er unter einer 4 cm dicken Eisschicht. Aus der Differenz zwischen Ockertiefe und Pegelstand ergibt sich, dass im Herbst 1950 vor dem Einschneien oben noch 30, unten ca. 15 cm Hartschnee bzw. Eis abschmolzen. Dass die Stange am geneigten untern Messplatz trotzdem stehen blieb, darf als Glücksfall gewertet werden. Die Firnbedeckung reichte im September 1951 bis zur unteren Boje (2750 m) herunter. Weiter oben fanden sich apere Stellen nur an seitlichen Steilhängen. Ausser einzelnen schmalen Querspalten in der Stelstufe wies der Silvrettagletscher keine Klüfte auf. Der Bergschrund beim Eckhorn war geschlossen. Der Eckhorngrat schien mindestens so stark ausgeapert wie im Herbst 1947, und es bestand eine durchgehende Felsverbindung vom Eckhorn zum Totalisator. Auf dem untern Firnplateau wurde ein neuer Fixpunkt ausgesucht, der näher an der Aufstiegsroute liegt und trotz etwas tieferer

Fig. 1 : Schneeprofile



Kote bei der gegenwärtigen Gestalt des Gletschers normalere Schneesverhältnisse aufweisen dürfte als der bisherige Fixpunkt. Seine genaue Bestimmung mittels Geländeüberdeckungen wird hinfort durch Benützung eines Theodolits erleichtert.

Die Niederschlagsmesser der Umgebung sammelten vom 4. Oktober 1950 bis 21. September 1951 folgende Beträge:

Totalisator Silvretta-Eckhorn (3145 m) 115 cm = 73 % des normalen Jahreswertes, Totalisator Silvretta-Hütte (2400 m) 139 cm = 95 % des Normalwertes, Regenmesser Klosters (1207 m) 135 cm = 105 % und St. Antonien (1460 m) 128 cm = 93 %. Es mag überraschen, dass nach dem schneereichen Winter 1950/51 der Gesamtniederschlag unserer Messperiode einzig in Klosters das normale Jahresmittel leicht übersteigt, an den höher gelegenen Messorten dagegen hinter dem Durchschnittswert zurückbleibt. Diese Tatsache wird verständlich, wenn man beachtet, dass den beiden ausgesprochen nassen Monaten November 1950 und Januar 1951 in dieser Gegend einige ziemlich trockene Monate gegenüberstanden, vor allem Oktober und Dezember 1950, April und Mai 1951. — Die Tempera-

tursumme des Säntis beträgt in der Messperiode 838.

Aus der sehr dichten Reihe von Ablesungen am Pegel 3 der Schweizerischen Gletscherkommission auf dem Jungfraufrirn, die uns Ing. P. KASSER in freundlicher Weise übermittelte, wollen wir zur Ergänzung unseres Berichtes die markantesten Punkte herausgreifen.

Jungfraufrirn (Pegel 3) (3350 m):

Datum	Firnzuwachs seit 5. Sept. 1950		Datum	Firnzuwachs seit 5. Sept. 1950	
	cm	cm		cm	cm
29. Okt. 1950	40		14. Febr. 1951	420	
27. Nov. 1950	190		29. März 1951	480	
30. Dez. 1950	280		23. April 1951	470	
6. Jan. 1951	240		1. Juni 1951	560	
22. Jan. 1951	330		14. Juli 1951	500	
26. Jan. 1951	310		6. Sept. 1951	475	

In dieser Höhenlage ist die sommerliche Ablation naturgemäss gering. Die Februar-Schneefälle treten im Jungfraugebiet stärker in Erscheinung als diejenigen vom Januar 1951.

Um den Verlauf der Schneehöhe auch in einem unvergletscherten Gebiet zu zeigen, führen wir eine Auswahl von den uns täglich gemeldeten Pegelständen des Standard-

versuchsfeldes Weissfluhjoch (SLF) an:

Weissfluhjoch (2540 m):

Datum	cm	Datum	cm
26. Okt. 1950	0	13. März 1951	238
23. Nov. 1950	129	11. April 1951	314
3. Jan. 1951	116	15. Mai 1951	252
15. Jan. 1951	131	24. Juni 1951	133
21. Jan. 1951	283	25. Juni 1951	158
5. Febr. 1951	212	20. Juli 1951	0
14. Febr. 1951	252		

Zum Schluss geben wir noch eine gedrängte Übersicht über die Ergebnisse der Fernrohrbeobachtungen, die Dr. G. GENSLEDER von Samaden aus in den Gletscherabbrüchen des Berninagebietes macht und die an dieser Stelle erstmals im letztjährigen Bericht veröffentlicht wurden. Dabei beschränken wir uns auf die drei Meßstellen, welche von 1947 an regelmässig beobachtet wurden:

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

Bernina:

	Firnzuwachs seit 29. 3. 1947			seit
	I Misaun	II Rosatsch	III Paltü	18. 9. 1950 III Paltü
1950				
18. Sept. 1951	0	0	8 1/2	0
17. Febr.	7,5	5,4	14	6
1. März	6,6	4,4	13 1/2	5 1/2
10. Juni	6,2	4,8	14 3/4	7 1/2
28. Aug.	3,2	2,1	15 1/4	8 1/2
8. Sept.	2,4	1,5	15 1/2	8 3/4

Im Vergleich zu Clariden, Silvretta und Jungfraufrirn fällt hier der grosse winterliche Zuwachs auf, der wahrscheinlich in der Hauptsache durch die Januar- und Februar-Schneefälle bewirkt wurde. (Die Bernina liegt am Rande der beiden Haupt-Lawinengebiete vom letzten Winter.) Die Beobachtung von Anfang März zeigt dann bei allen drei Meßstellen eine gewisse Setzung der noch frischen Schneemassen. Mitte September 1951 reichte der Firnschnee auf den Gletschern der Berninagruppe bis ca. 2800 m herunter.

GENSLEDER hat überdies seit 1935 jeden Sommer die Ausaperung der Bergflanken in der Umgebung von Samaden beobachtet und

zeichnerisch festgehalten. Aus diesen Panoramen ergibt sich, dass der Zustand vom 9. September 1951 in früheren Jahren auf etwa ± 5 Tage genau folgenden Daten entspricht:

Jahr	Schattenhänge	Südhänge
1951	9. IX.	9. IX.
1950	8. VII.	20. VII.
1949	5. VII.	10. VII.
1948	15. VIII.	3. IX.
1947	1. VII.	8. VII.
1946	30. VII.	5. VIII.
1945	8. VII.	22. VII.
1944	13. VII.	15. VII.
1943	20. VII.	30. VII.
1942	5. VII.	10. VII.
1941	15. VIII.	20. VIII.
1940	30. VIII.	2. IX.
1939	20. VIII.	20. VIII.
1938	25. VII.	30. VII.
1937	—	—
1936	25. VIII.	5. IX.
1935	28. VII.	15. VIII.

Die Ausaperung der Hänge rund um Samaden erfolgte also in diesem Sommer später als in den letzten 16 Jahren, und zwar war die Verzögerung an Nordhängen noch etwas grösser als an Südhängen. Dieser Unterschied dürfte auf Windeinflüsse zurückgehen, da bei den grossen Schneefällen vom Februar 1951 ein Teil des Schnees durch die anhaltenden Südwinde von Südhängen auf Nordhänge verfrachtet wurde.

Résumé 1950/51: Der Winter 1950/51 gehört zu den relativ schneereichen Wintern innerhalb der letzten 30 Jahre. Grosse Schneemengen brachten der November, Januar (dieser vor allem in Graubünden und am Nordhang der Alpen) sowie der Februar (auf dem Alpenkamm und seiner Südflanke). In tieferen Firngebietern erreichte die Schneehöhe anfangs April ihren höchsten Stand, während in höher gelegenen Regionen die Ablation erst im Juni einsetzte. Trotz häufiger Wetterumschläge, die den Bergen mehrmals neuen Schnee brachten, vermochte der Sommer 1951 auf unsern Firnfeldern unterhalb 3000 m den ansehnlichen Betrag von 4 bis 4 1/2 Metern Schnee abzuschmelzen, so dass der Jahresfirnzuwachs am Ende der Ablationsperiode auf Clariden nur wenig über dem Mittelwert, auf Silvretta sogar erheblich unter dem Durchschnitt liegt.