

Bericht

Der Firnzuwachs pro 1971/72 in einigen schweizerischen Firngebieten

59. Bericht

Von

A. LEMANS
Zürich

A. Verdankungen und Quellenangaben

Die in unserem Bericht zusammengestellten Messungen wurden wie in früheren Jahren von folgenden Instituten und Einzelpersonen ausgeführt:

Silvretta: Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch.

Berninagebiet: Dr. G. GENSLER, Zürich.

Jungfraufirn: Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH-Z.

Claridenfirn: Der Unterzeichnete mit grosszügiger Unterstützung durch die vorgenannte Abteilung für Hydrologie und Glaziologie.

Die meisten Pegelablesungen im Claridengebiet stammen von S.A.C.-Hüttenwart B. MARTI (Linthal).

Allen, die an diesen Messungen mitgearbeitet oder uns ihre Ergebnisse mitgeteilt haben, sei bestens gedankt.

B. Witterung und Schneeverhältnisse

Das Berichtsjahr zeichnete sich aus durch einen sehr trockenen Winter und einen kühlen, sonnenarmen Sommer. Die Monate Dezember bis Februar waren am Alpennordhang und in Nord- und Mittelbünden ausserordentlich niederschlagsarm und auch im Wallis sowie im Engadin war das Defizit beträchtlich. Dagegen waren die Niederschläge südlich des Alpenkammes in dieser Zeit um etwa 30% überdurchschnittlich. Im Norden fielen stärkere Niederschläge erst im April und Mai und damit konnte das Defizit bei weitem nicht ausgeglichen werden. Daher muss für das nördliche Alpengebiet sowohl die Periode Oktober 1971 bis Mai 1972, als auch das hydrologische Jahr 1971/72 als sehr trocken bezeichnet werden. Auch in den übrigen Regionen waren diese Zeitperioden insgesamt zu trocken. Wenn trotzdem kein starker Firnschwund stattgefunden hat, so ist das auf den eher unfreundlichen Sommer zurückzuführen.

Der Herbst 1971 blieb bis Anfang November vorwiegend sonnig und trocken, so dass die Bergstationen alle zusammen erst ab 7. November eingeschneit wurden. Für den Gotthardpass (wo übrigens nicht mehr regelmässig beobachtet wird) ist dieses Datum normal. Von Mitte Dezember 1971

Tabelle B 1. Schneehöhen auf unvergletscherten Bergstationen

Stationen	Gütsch ob Andermatt	Weissfluhjoch ob Davos
Höhe des Messfeldes (m ü. M.)	2290	2540
6. November 1971	0	0
7. November	6	0
8. November	10	2
10. November	57	31
17. November	35	20
20. November	80	34
24. November	140	62
8. Dezember	135	53
11. Dezember	190	83
21. Dezember 1971	150	75
5. Januar 1972	165	76
25. Januar	146	77
9. Februar	160	80
21. Februar	210	94
5. März	185	101
11. März	250	108
1. April	190	104
2. April	220	127
8. April	183	128
12. April	245	145
28. April	270	152
29. April	275	148
10. Mai	238	129
21. Mai	266	153
1. Juni	200	122
11. Juni	110	91
12. Juni	170	94
18. Juni	115	109
29. Juni	0	34
8. Juli	0	0

bis Mitte Februar 1972 nahmen die Schneehöhen jedoch nicht mehr wesentlich zu. Die Struktur der Schneedecke wurde dadurch sehr ungünstig beeinflusst, so dass manche Schneebrettlawinen Opfer unter den Touristen forderten. Auch unser lieber Mitarbeiter und Bergführer JAKOB SCHULER-ZWEIFEL aus Braunwald war unter den Opfern (siehe 58. Bericht). Im März 1972 wurden auf dem Versuchsfeld des Weissfluhjochs die niedrigsten Schneehöhen seit 1937 registriert: 104 cm im Monatsmittel, verglichen mit 130 cm im bisher schneeärmsten Frühling 1949. Erst im April und Mai nahm die Schneedecke merklich zu (in den Firngebieten sicher auch noch im Juni). Die maximale Schneehöhe, die beim Weissfluhjoch am 21. Mai erreicht wurde (siehe Tab. B 1), ist die geringste seit 1937.

Von örtlichen Abweichungen abgesehen, waren alle Monate von Mai bis September 1972 zu kalt und die ersten vier waren auch arm an Sonnenschein. Bei diesem beträchtlichen Wärmedefizit konnte die Ablation oberhalb 3000 m nicht stark wirksam sein, wie wir bei den Firmessungen sehen werden. Die Bergstationen aperten Ende Juni oder Anfang Juli aus, was unterhalb 2500 m ein später Termin darstellt.

Die Temperatursummen (Tab. B 3 und 4) fielen recht bescheiden aus. Die Fünfmonatssumme für die Station Säntis (441 Gradtage) entspricht nur 77% des Normalwertes der Periode 1901–1960. Ein so tiefer Wert ist seit 1916 nur zweimal vorgekommen, in den Jahren 1940 und 1965. Die Summe für das ganze hydrologische Jahr 1971/72 beträgt 576 Gradtage (86%). Die kühle Witterung herrschte in der Zeit von Mai bis September in ganz Mittel- und Westeuropa vor, im letzten

Monat auch in Osteuropa. Dagegen lagen in Russland die Temperaturen im Juli bis zu 3 Grad, im August sogar bis zu 5 Grad über dem Durchschnitt. Auch die Temperaturen in der unteren Hälfte der Atmosphäre (unterhalb der 500-mb-Fläche = 5500 m ü. M.) zeigen über Europa während des Sommers 1972 dieselbe Verteilung. Im Durchschnitt der fünf Monate Mai bis September zeigt sich ein Defizit von mehr als 2 Grad über der Iberischen Halbinsel, etwa 1 ¼ Grad in den Alpen, während ein Wärmeüberschuss nur nordöstlich der Linie Oslo-Warschau-Schwarzes Meer vorhanden ist.

Die Sonnenscheindauer für einige Stationen des Alpengebietes ist aus der Tab. B 5 ersichtlich. Die Jahressummen sind im grossen ganzen normal, jedoch schneiden die fünf Monate April bis August recht schlecht ab.

Tabelle B 2. Monatsmittel der Lufttemperatur auf Bergstationen

M = Monatsmittel 1972, A = Abweichung vom Durchschnittswert 1901-1960

Station Höhe (m ü. M.)	Gütsch 2287		Säntis 2500		Weissfluhjoch 2667		Jungfraujoch 3578		Gr. S. Bernard 2479	
	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A
Mai 1972	0,0	-1,2	-1,7	-1,5	-2,2	-1,5	-8,3	-1,8	-0,1	-0,8
Juni	3,7	-0,9	2,0	-0,8	2,0	-0,5	-3,6	-0,2	3,8	-0,4
Juli	6,8	-0,4	4,7	-0,3	4,7	0,0	-1,1	+0,2	6,8	-0,1
August	6,4	-1,0	4,5	-0,5	4,6	-0,4	-1,9	-0,7	6,2	-0,7
September	1,3	-3,7	-0,6	-3,5	-1,1	-4,0	-6,4	-3,3	1,7	-2,5
Mai-September	3,6	-1,5	1,8	-1,3	1,6	-1,3	-4,3	-1,2	3,7	0,9

Tabelle B 3. Temperatursummen (Summen der positiven Tagesmittel) auf Bergstationen (gemessen) und Firnfeldern (berechnet)

Für Clariden wurden die Tagesmittel von Gütsch, für Silvretta diejenigen von Weissfluhjoch und für Jungfraufirn diejenigen von Jungfraujoch der Höhe entsprechend reduziert

Ort Höhe (m ü. M.)	Gütsch 2287	Clariden		Säntis 2500	Weiss- fluhjoch 2667	Silvretta 2750	Jungfrau- joch firn		Gr. S. Bernard 2479
		2700	2900				3578	3350	
Mai 1972	38	11	5	13	14	11	0	0	37
Juni	116	59	36	79	79	68	2	10	116
Juli	212	139	106	155	154	141	26	46	211
August	202	132	102	151	158	146	23	39	198
September	65	30	16	43	38	31	0	0	69
Mai-September	632	370	265	441	442	397	50	95	632

Tabelle B 4. Temperatursummen in der freien Atmosphäre (Niveau 700 mb = ca. 3100 m ü. M.) nach Radiosondierungen

(Mittel aus 1-h- und 13-h-Aufstieg, berechnet von G. GENSLER)

Ort	Payerne	München	Mailand	
			2/3 Mailand + 1/3 München	
Mai 1972	2	0	9	6
Juni	23	28	38	35
Juli	76	73	95	88
August	78	74	96	89
September	13	8	18	15
Mai-September	192	183	256	232

Tabelle B 5. Sonnenscheindauer auf meteorologischen Vergleichsstationen

a = absolut, in Stunden b = in Prozent der maximal möglichen Sonnenscheindauer c = in Prozent des langjährigen Mittelwertes (1931–1960)

Ort	Ablationsperiode Mai–September 1972			Hydrologisches Jahr Okt. 1971 bis Sept. 1972		
	a	b	c	a	b	c
Säntis	733	33	81	1756	40	93
Braunwald	731	40	86	1535	44	97
Gütsch	781	39	80	1697	42	89
Jungfraujoch	909	43	98	1849	46	105
Disentis	804	42	82	1577	45	89
Landquart-Plantahof	861	47	91	1663	48	99
Weissfluhjoch	825	41	88	1961	48	101
Davos-Platz	792	44	91	1673	49	100
St. Moritz	840	46	91	1690	47	94
Schuls	892	47	91	1805	52	101

C. Clariden

Im Monat März 1972 lag auf dem Claridenfirn erst etwa $2\frac{1}{4}$ m Schnee, was uns in Anbetracht der Messungen in den Tälern nicht erstaunen muss. In der darauffolgenden Schlechtwetterperiode wurden natürlich keine neuen Ablesungen gemacht. Aufgrund unserer Beobachtungen Ende Mai nehmen wir an, dass das Schneehöhenmaximum auf dem oberen Firnplateau (2900 m) im Mai erreicht wurde und ca. **375 cm** betrug, während für das untere Plateau (2700 m) mit **325 cm** gerechnet werden kann. Diese Schätzungen sind natürlich nur auf einige dm genau.

Aus personellen Gründen mussten wir die Frühjahrsbegehung an einem Wochenende durchführen, das dann allerdings mit dem Durchgang einer Kaltfront zusammenfiel. Innerhalb 48 Stunden ging die Temperatur im Gebirge um 11 Grad zurück. Von 1800 m an ging der Aufstieg mit Skis vor sich, aber der oberste Teil der steilen Lawinenhänge war am 26. Mai schon ganz aper. Am Tag der Messungen, am 27. Mai, war das Wetter ziemlich stürmisch. Abgesehen von kurzen Aufhellungen fiel meistens körniger Schnee. Bei der unteren Boje wurde die Schneehöhe am Pegel (292 cm) und mit Sondierungen (288 cm) bestimmt, wobei die Werte in bester Übereinstimmung sind. Bei der oberen Boje lag nur wenig mehr Winterschnee. Die Höhe betrug nach der Grabung 327 cm, am Pegel 335 cm und nach den Sondierungen 326 cm. Die Abfahrt im dichten Nebel war nicht ganz einfach und in Anbetracht der Wetterbedingungen und der knappen zur Verfügung stehenden Zeit mussten wir auf den Abstich am Geissbützitotalisator verzichten.

Die Herbstkampagne (21.–24. September 1972) fand im Zeichen eines Hochdruckgebietes statt. Von der Monatsmitte an hatten Schneefälle bis 1500 m hinunter stattgefunden, die es ratsam erscheinen liessen, Skis mitzunehmen. Tatsächlich lag von 1840 m an eine Schneedecke, die von 10 cm allmählich auf 30 cm anwuchs.

Die Firnaustrückung konnte daher nicht beobachtet werden.

Bei der unteren Boje wurde durch Grabung ein Firnzuwachs von **69 cm** festgestellt. Dieser Wert konnte durch Sondierungen in der Umgebung erhärtet werden. Eigenartigerweise zeigte das Pegelrohr eine Schneehöhe von 110 cm (Tab. C 1). Üblich ist, dass der Pegel wegen der Setzung der älteren Firnschichten am Ende des hydrologischen Jahres eine zu geringe Schneemächtigkeit anzeigt. Diesmal müssen wir annehmen, dass das 4 cm dicke Rohr sich von selbst (?) tiefer hineingebohrt hat. Vom Firnzuwachs bestanden die obersten $33\frac{1}{2}$ cm aus Herbstneuschnee. Der Wasserwert des Zuwachses betrug **26 cm** (davon ein Drittel Neuschnee). Die trigonometrische Vermessung ergab eine absolute Senkung der Firnoberfläche um 0,1 m seit dem 26. September 1971. Die Pegelstange war um 3,9 m gegen Südosten gewandert. Zum erstenmal seit 1964 tauchte 40 m südlich des Pegels eine nur knapp zugedekte, 40 cm breite Spalte auf. Eine andere, noch schmalere, entdeckten wir nur durch die Sondierungen, etwa 25 m vom Pegel entfernt.

Tabelle C 1. Schneehöhen auf Clariden nach Pegelablesungen (in cm)

Messplatz: Höhe (m ü. M.)	Hüttenpegel	Unterer Firnpegel	Oberer Firnpegel
27. September 1971	0	0	0
13. März 1972	—	227	235
18. März	100	217	225
31. März	100	227	235
27. Mai	165	292	335
23. Juli	0	267	250
4. August	0	147	—
22. September	—	110	220

Tabelle C 2. Firnzuwachs auf Clariden nach Grabungen

Messperiode	Messplatz m ü. M.	Schneehöhe cm	Wasserwert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m ³
27. Sept. 1971–27. Mai 1972	2700	288	—	—
27. Sept. 1971–27. Mai 1972	2900	327	143	438
27. Sept. 1971–23. Sept. 1972	2700	69	26	382
27. Sept. 1971–22. Sept. 1972	2900	223	102	459

Tabelle C 3. Niederschlag im Umkreis der Clariden

W (Winter) = Periode vom 27. September 1971 bis 27. Mai 1972
 S (Sommer) = Periode vom 28. Mai 1972 bis 23. September 1972
 G = W + S = Periode vom 27. September 1971 bis 23. September 1972
 H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Okt. 1971 bis 30. Sept. 1972
 N = Normale Jahressumme = Mittel der Jahre 1901–1960

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Tierfeld (Linthal)	810	76	56	132	126	—	—
Urnerboden	1350	66	60	126	123	174	70
Braunwald	1190	77	64	141	136	190	72
Elm	962	67	50	118	114	154	74
Disentis	1173	44	30	75	71	125	57
<i>Totalisatoren:</i>							
Claridenhütte	2480	74	66	139	134	—	—
Geissbüztistock	2710	—	—	124	119	—	—

Auch der Weg zum oberen Messplatz führte an eindrücklichen Spalten vorbei. Südlich vom Bockschingel zwang eine ca. 10 m breite und sehr lange Spalte zu einem Umweg von 100 m. Auch hier stand die Boje genau senkrecht und zeigte eine Schneehöhe von 220 cm. Die Grabung ergab einen Firnzuwachs von **223 cm** und einen Wasserwert von **102 cm**. Davon waren 40 cm (Wasserwert 9 cm) Neuschnee. Durch Theodolitbeobachtung konnte eine Verminderung der absoluten Höhe der Firnoberfläche um 0,4 m seit Herbst 1971 festgestellt werden. Damit ergibt sich eine Senkung um 1,5 m seit Herbst 1969, während zwischen 1964 und 1969 eine Hebung um 6,2 m stattgefunden hat. Die horizontale Wanderung des Pegels betrug zwischen 27. September 1971 und 22. September 1972 13,5 m gegen Ostnordosten.

Die Tab. C 3 zeigt, dass die Niederschläge an den benachbarten Talstationen im hydrologischen Jahr 1971/72 sehr gering waren, wie wir bereits im ersten Abschnitt ausgeführt haben.

D. Silvretta und Engadin

Auf dem Silvrettafirn wurde am 25. Mai 1972 die Winterschneedecke gemessen. Sie war vergleichbar mit den Werten aus den mageren Jahren 1964 und 1969. Es ist bekannt, dass der Gletscher an dieser Stelle im August 1972 bis zum Eis ausaperte (vergleiche auch Bericht des Vorjahres). Der «Zuwachs», der am 26. September 1972 gemessen wurde, stammt somit nicht vom Winter, sondern besteht ausschliesslich aus 35 cm Neuschnee (Tab. D 1). Nach Beobachtungen vom Weissfluhjoch aus lag die Firngrenze im August knapp oberhalb 2800 m. Die Niederschlagstabelle D 2 belegt, dass die Trockenheit in diesem Teil von Graubünden etwa gleich ausgeprägt war wie im Glarnerland.

Relativ zur Norm erhielt das Engadin etwas grössere Niederschläge. Im Berninamassiv war die Ausaperung am 10. August 1972 noch wenig fortgeschritten. In 25 von 37 Vergleichsjahren war die Ausaperung zur selben Jahreszeit schon weiter fortgeschritten als diesen Sommer. Auf Fels- und Schuttboden herrschten ähnliche Verhältnisse wie in den Jahren 1937, 1939, 1940, 1941, 1965 und

Tabelle D 1. Firnzuwachs und Schneemessungen auf Silvretta

Messperiode	Messplatz	Höhe m ü. M.	Schnee- höhe cm	Wasser- wert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m ³
24. 9. 71–25. 5. 72	Firnpegel	2750	222	87	392
24. 9. 71–24. 5. 72	Vorfeld	2460	182	77	425
24. 9. 71–26. 9. 72	Firnpegel	2750	35	9	252

Tabelle D 2. Niederschlag im Umkreis der Silvretta und im Engadin

W (Winter) = Periode vom 24. September 1971 bis 24. Mai 1972
 S (Sommer) = Periode vom 25. Mai 1972 bis 25. September 1972
 G = W+S = Periode vom 24. September 1971 bis 25. September 1972
 H = Hydrologisches Jahr = Periode 1. Okt. 1971 bis 30. Sept. 1972
 N = Normale Jahressumme (Bezugsperiode 1901–1960)

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Weissfluhjoch	2540	34	43	78	75	115	65
Davos-Platz	1561	35	41	77	74	101	73
Klosters	1200	52	51	103	100	130	77
St. Antönien	1460	48	49*	96*	93*	137	68*
Schuls	1253	29	36	64	62	70	90
Susch	1430	25	30	56	54	74	74
Bever	1712	37	37	74	70	85	83
St. Moritz	1853	33	39	72	70	88	80
Bernina L. Bianco	2240	94	75	169	167	167	100

Totalisatoren:

Silvretta-Vorfeld	2460	67	68	135	130	—	—
Silvretta-Hütte	2370	55	49	104	100	146	69
Alp Novai	1360	58	56	113	109	—	—

* Interpolierte Werte, da die Beobachtungen Ende Juli 1972 ausgesetzt haben.

1969, auf Eisunterlage wie in den Jahren 1937, 1939, 1940, 1941 und 1948. Mittels Fernrohrbeobachtungen von Samedan aus wurden folgende Resultate erhalten:

	Änderungen der absoluten Höhe der Firnoberfläche seit dem 10. August 1971:		effektiver Firnzuwachs seit dem 10. August 1971:
	Misaun 3010 m	Rosatsch 3100 m	Piz Palü 3700 m
13. Februar 1972	+1,7 m	+0,8 m	+2 m
21. Juli 1972	+0,9 m	+0,5 m	+2 m
10. August 1972	+0,3 m	+0,3 m	+2½ m

An Hand einer angenäherten Datierung der Firnschichten wurde am unteren Firnabbruch des Palü-mittelgipfels (3700 m) der mehrjährige Zuwachs bestimmt: seit 1971 1½ bis 3 m, seit 1969 5 m, seit 1968 7½ m, seit 1965 ca. 10 m, seit 1964 13 m, seit 1963 16 m, und seit 1961 22 m. Am Persgletscher (Spalten bei Refugi Chamuotschs 3175 m) ist der Zuwachs etwas kleiner: seit 1971 2–3 m, seit 1968 4½ m, seit 1965 7½ bis 8½ m, seit 1964 11 m, seit 1963 (?) 14–15 m, und seit 1961 19 m.

E. Jungfraufirn

In den Berner Alpen war die Schneezufuhr ebenfalls sehr «verspätet». In den Monaten April bis Juni nahm die Schneehöhe noch bedeutend zu. Das im Juni erreichte Maximum (siehe Tab.) erreichte fast den Durchschnittswert von den letzten drei Jahrzehnten. Da die Ablation im Sommer schwach blieb, ist der Ende September gemessene Jahreszuwachs von 368 cm ebenfalls normal ausgefallen.

Tabelle E. Schneehöhen auf dem Jungfraufirn, bezogen auf den 13. September 1971, in cm

(Pegel 3 der Schweiz. Gletscherkommission, 3350 m ü. M.)

13. September 1971	0*	4. April 1972	278
16. Oktober	58	13. April	338
4. November	38	15. April	315*
14. November	108	28. April	353
24. November	148	7. Mai	358
3. Dezember	168	19. Mai	408
14. Dezember	178	20. Mai	397*
25. Dezember	163	5. Juni	368*
15. Januar 1972	178	17. Juni	438
23. Januar	168	26. Juni	388
1. Februar	178	27. Juni	424*
22. Februar	218	18. Juli	373*
28. Februar	268	9. September	333*
15. März	288	27. September	368*

* Diese Pegelablesungen wurden an Ort und Stelle gemacht, während die übrigen Angaben auf Fernrohrablesungen vom Jungfraujoch aus beruhen und naturgemäss weniger genau sind.

F. Résumé

Das Berichtsjahr war in den nördlichen Alpen sehr trocken, und auch im Wallis, auf der Alpensüdseite und im Engadin bestand ein Niederschlagsdefizit. Der wesentlich zu kühle und zu trübe Sommer 1972 sorgte aber gewissermassen für einen Ausgleich, indem die geringen Firnreserven

nicht stark angegriffen wurden. Im Claridengebiet war der Firnzuwachs unterdurchschnittlich, im Oberengadin überdurchschnittlich und auf dem Jungfraufirn, der auf der Scheide zwischen südlichen und nördlichen Wettereinflüssen liegt, war das Endresultat normal.

Literaturnachweis

A. LEMANS: Der Firnzuwachs pro ... in einigen schweizerischen Firngebieten, Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft in Zürich:

- 58. Bericht im Jahrgang 116 (1971) S. 471
- 57. Bericht im Jahrgang 116 (1971) S. 273
- 56. Bericht im Jahrgang 114 (1969) S. 461
- 55. Bericht im Jahrgang 114 (1969) S. 245
- 54. Bericht im Jahrgang 113 (1968) S. 364
- 53. Bericht im Jahrgang 112 (1967) S. 199
- 52. Bericht im Jahrgang 111 (1966) S. 145

Frühere Berichte erschienen jeweils im Schlussheft (Jahrgang 109 und vorher).