

Der Firnzuwachs pro 1975/76 in einigen schweizerischen Firngebieten

63. 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, Hydrologie und Glaziologie.
Claridenfirn: Der Unterzeichnete, mit Unterstützung durch die vorgenannte Abteilung.

Die meisten Pegelablesungen im Claridengebiet stammen von SAC-Hüttenwart B. MARTI, Linthal.

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

B. Witterung und Schneeverhältnisse

Das wesentlichste Merkmal des hydrologischen Jahres 1975/76 ist die grosse Trockenheit, die von Dezember 1975 bis Juni 1976 andauerte und die in landwirtschaftlichen Gebieten ungewöhnliche Bewässerungsaktionen notwendig machte. In allen schweizerischen Bergregionen gehörte das hydrologische Jahr als Ganzes zu den niederschlagsärmsten seit 1900. Dies gilt besonders für das Wallis, wo nur zwei trockenere Jahre bekannt sind (1920/21 und 1948/49), für die Berner Alpen (Einzugsgebiet der Aare), wo drei trockenere Jahre aufgeführt werden können (1921, 1949 und 1972), und für das Rheingebiet westlich von Chur (1921, 1972, 1949 und 1944 waren hier noch trockener). Das hydrologische Winterhalbjahr – Oktober 1975 bis März 1976 – war im Wallis das dritttrockenste (nach 1921 und 1949), im oberen Rheingebiet (nach 1921, 1909, 1972) und im Engadin (nach 1944, 1921, 1942) das vierttrockenste. Legen wir dem Vergleich die etwas längere Periode Oktober 1975 bis Mai 1976 zugrunde, die für das Berggebiet die eigentliche Schneezeit umfasst, so wurde im Engadin gerade das bisherige Niederschlagsminimum von 1944 erreicht, und im oberen Rheingebiet war nur der Winter 1920/21 noch trockener. Ein eigentlicher Rekord bildet aber der Zeitraum Dezember bis Juni, der in diesem Jahrhundert noch nie so trocken war, und zwar in sämtlichen Einzugsgebieten. Die diesjährige Niederschlagssumme lag in den Tessiner Alpen um ganze 40% unterhalb des bisherigen Minimums (1906), im Rheingebiet westlich von Chur betrug sie zwei Drittel des bisherigen Minimums (1964), im Engadin wurde das bisherige Minimum (1953) um 31% unterboten, während in den übrigen Regionen der Unterschied weniger krass war. Am Alpennordhang war das bisherige Minimum im Jahre 1925 eingetreten, im Wallis 1921. Der Hochsommer (Juli und August 1976) vermochte das aufgelaufene Wasserdefizit keineswegs zu verringern; brachte der Monat Juli am Alpen-

nordhang einen kräftigen und willkommenen Überschuss, so wurde dieser durch den trockenen Monat August wieder ausgeglichen.

Nach der Herbstbegehung 1975 herrschte zunächst bis in die ersten Oktobertage mildes und sonniges Wetter. Vom 10. Oktober an bewirkte ein Kaltlufteinbruch Schneefälle bis gegen 600 m auf der Alpennordseite, im Tessin sogar bis in die Niederungen. Damit waren alle Berglagen definitiv eingeschneit, zirka eine Woche vor dem «mittleren Datum». Bis Mitte November blieb die Schneedecke jedoch wenig mächtig. Die überdurchschnittlichen Novemberniederschläge, die in der zweiten Monatshälfte fielen, liessen die Schneehöhen vorübergehend über der Norm ansteigen. Der sehr trockene und in der Höhe ungewöhnlich sonnige Monat Dezember eröffnete die schon erwähnte Trockenperiode. Von nun an bis zum Sommer 1976 blieben die Schneehöhen meist weit unterhalb des langjährigen Durchschnitts. Weil die Januarniederschläge in den östlichen Landesteilen überdurchschnittlich aus-

Tabelle B 1. Schneehöhen auf unvergletscherten Bergstationen

Stationen	Gütsch ob Andermatt	Säntis	Weissfluhjoch ob Davos
Höhe des Messfeldes (m ü. M.)	2290	2350	2540
10. Oktober 1975	0	0	0
11. Oktober	5	10	2
12. Oktober	9	0	0
13. Oktober	40	0	3
14. Oktober	60	3	18
19. Oktober	75	60	27
30. Oktober	15	5	19
14. November	21	7	19
21. November	105	60	68
23. November	100	90	89
30. November	70	90	71
1. Dezember	130	110	94
18. Dezember	78	100	89
2. Januar 1976	65	100	80
14. Januar	61	140	104
18. Januar	100	240	146
25. Januar	135	305	163
28. Januar	125	330	148
10. Februar	105	310	130
15. Februar	135	340	156
5. März	110	295	134
20. März	130	315	149
26. März	127	330	153
7. April	97	290	140
10. April	145	344	143
15. April	165	330	143
22. April	103	280	135
25. April	153	304	141
26. April	140	314	144
11. Mai	45	230	104
14. Mai	35	245	119
23. Mai	24	210	98
25. Mai	0	190	89
2. Juni	4	165	88
5. Juni	0	177	93
21. Juni	0	85	0
30. Juni	0	0	0

fielen, konnten die Schneehöhen auf dem Weissfluhjoch in der zweiten Januarhälfte für wenige Tage normale Werte erreichen. Am 25. Januar wurde hier bereits das Maximum des ganzen Winters erreicht: 163 cm! Noch nie in der vierzigjährigen Messreihe wurde das Maximum so früh erreicht, und nur einmal (im Mai 1972) war der Betrag noch geringer. Im Gegensatz zum Vormonat war das Niederschlagsdefizit im Februar in Graubünden am stärksten ausgeprägt. Viele Ortschaften erhielten hier weniger als 10 mm Wasser. Auch dieser Monat war in der Höhe relativ mild. Alle Monate von Februar bis und mit Juni 1976 waren im Alpengebiet sehr sonnig. Wesentliche Niederschläge, die in den Firngebietten einen merklichen Anstieg bewirkten, jedoch in tieferen Berglagen die Schneemächtigkeit kaum noch zunehmen liessen, erfolgten erst im Monat April. Am Alpenordhang waren die Niederschlagssummen dieses Monats nahezu normal, während im Wallis und im Berner Oberland beträchtliche Überschüsse zu verzeichnen waren. Dagegen lag beim Weissfluhjoch am 13. April die Schneehöhe nur 1 cm über dem tiefsten Wert der ganzen Messreihe. Die Schneehöhenkurve dieser Station (Tabelle B 1) lag in den Hauptmonaten der Wintersaison 1975/76 immerhin noch oberhalb der entsprechenden Kurven der Jahre 1968/69 und 1971/72, doch erfolgte die Ausaperung früher als in jenen beiden Jahren. Der Verlauf im Berichtsjahr lässt sich am besten mit demjenigen des Jahres 1963/64 vergleichen. An den beiden anderen Stationen Gütsch und Säntis wurde die grösste Schneehöhe im Monat April registriert. Das Maximum war wenig ausgeprägt und stellte für den Gütsch den tiefsten Wert seit 20 Jahren dar. Auch in Firnregionen bis etwa 3300 m mag die grösste Schnee-Höhe schon im Monat April eingetreten sein, da noch zwei zu trockene Monate darauf folgten.

Der Temperaturverlauf der Periode Mai bis September 1976 ist für die Bergstationen in den Tabellen B 2 bis B 4 dargestellt. Im Durchschnitt über diesen Zeitraum waren die Temperaturen normal bis leicht zu tief. Schauen wir kurz über die Grenzen hinaus. Die Temperaturen in der unteren Hälfte der Atmosphäre (unterhalb der 500-mb-Fläche = 5500 m ü. M.) zeigten über Südrussland und dem Balkan ein Wärmedefizit von mehr als zwei Grad, während über den Britischen Inseln ein

Tabelle B 2. Monatsmittel der Lufttemperatur auf Bergstationen

M = Monatsmittel 1976, A = Abweichung vom Durchschnittswert 1901–1960

Station	Gütsch		Säntis		Weissfluhjoch		Jungfraujoch		Gr. S. Bernard	
	2287		2500		2667		3578		2479	
	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A
Mai 1976	2,3	+1,1	0,5	+0,7	0,2	+0,9	-5,9	+0,6	3,2	+2,5
Juni	7,0	+2,4	4,8	+2,0	4,3	+1,8	-2,3	+1,1	8,1	+3,9
Juli	7,9	+0,7	5,9	+0,9	5,5	+0,8	-1,1	+0,2	8,5	+1,6
August	5,7	-1,7	3,0	-2,0	2,7	-2,3	-3,2	-2,0	6,8	-0,1
September	2,5	-2,5	1,2	-1,7	0,5	-2,4	-5,0	-1,9	3,4	-0,8
Mai bis Sept.	5,1	0,0	3,1	0,0	2,6	-0,3	-3,5	-0,4	6,0	+1,4

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	Gütsch	Clariden		Säntis	Weissfluhjoch	Silvretta	Jungfraujoch		Gr. S. Bernard
		2700	2900				firn	3350	
Höhe (m ü. M.)	2287	2700	2900	2500	2667	2750	3578	3350	2479
Mai 1976	88	34	17	52	44	36	0	0	109
Juni	214	147	115	158	148	136	9	24	244
Juli	246	173	139	186	176	163	18	40	265
August	175	96	62	95	87	75	0	2	210
September	87	38	19	66	53	44	0	5	107
Mai bis Sept.	810	488	352	557	508	454	27	71	935

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	$\frac{2}{3}$ Mailand + $\frac{1}{3}$ München
Mai 1976	2	9	6	7
Juni	62	40	62	55
Juli	84	79	98	92
August	29	17	35	29
September	16	14	16	15
Mai bis Sept.	193	159	217	198

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 bis September 1976			Hydrologisches Jahr Okt. 1975 bis Sept. 1976		
	a	b	c	a	b	c
Säntis	853	39	94	1957	44	104
Braunwald	897	49	105	1742	50	111
Gütsch	1021	51	105	2128	53	112
Jungfrauoch	997	48	108	2103	52	119
Disentis	981	51	101	1850	52	105
Landquart-Plantahof	1045	57	110	1907	55	114
Weissfluhjoch	949	48	102	2174	53	112
Davos-Platz	886	49	101	1836	54	110
St. Moritz	953	52	103	1944	54	108
Schuls	963	51	99	1985	57	111

Überschuss von knapp einem halben Grad auftrat. In Osteuropa waren die Temperaturen in allen fünf Monaten zu tief, während West- und Mitteleuropa anfangs noch unter Dürre und Hitze litten. Nach Mitte Juli drang jedoch kühlere Meeresluft bis nach Mitteleuropa und den Alpen vor. Im August war es nur noch in Frankreich und rund um die Nordsee zu warm, und der September wurde in ganz Europa zu kühl. In den vergletscherten Gebieten fand in den Monaten Juni und Juli eine ziemlich kräftige Ablation statt (siehe auch Tabelle B 3). Nach dem 20. Juli erfolgten jedoch stärkere Schneefälle, gebietsweise sogar unterhalb 2000 m. Da auch im kühleren August noch mehrmals schwächere Schneefälle erfolgten, hielten sich Zuwachs und Abschmelzung nach dem 20. Juli mehr oder weniger die Waage. Im ebenfalls zu kühlen September fiel mehrmals Schnee bis in die Alpentäler, in den ersten Tagen des Monats bis gegen 1500 m, eine Woche später bis etwa 1200 m ü. M. Die Bergstationen waren damit noch nicht definitiv eingeschneit, aber die Firne erhielten dabei schon früh das Fundament der nächsten Winterschicht. Genau wie die Mitteltemperaturen in der Tabelle B 2 sind auch die Temperatursummen in der Tabelle B 3 «normal» ausgefallen, da der kühle Spätsommer einen Ausgleich für den warmen Frühsommer lieferte. Auf der Station Säntis erreichte die Fünfmonatssumme der positiven Temperaturen (557 Gradtage) 97% des 60jährigen Mittelwertes. Die Summe für das ganze hydrologische Jahr 1975/76 beträgt 643 Gradtage (genau 100% der Norm). Anders sieht es in der Südostecke unseres Landes aus. Die Tabelle B 4 zeigt in der letzten Spalte Temperatursummen, die für das Berninamassiv als repräsentativ betrachtet werden können. Das Total von 198 Gradtagen ist der niedrigste Wert seit 20 Jahren. Dieser Gegensatz steht im Einklang mit dem weiter oben erwähnten Temperaturgradienten zwischen Balkan und Grossbritannien.

Die Sonnenscheindauer (Tabelle B 5) des Berichtsjahres lag etwa 10% über dem Durchschnitt, doch von den Sommermonaten hatte nur der Juni einen wesentlichen Anteil an diesem Überschuss. Die Monate Juli bis September kamen zu kurz.

C. Clariden

Nach den Pegelablesungen zu schliessen, auf die wir sehr angewiesen sind, hat die Winterschneeschicht auf dem Claridengletscher 3 m Höhe nicht überschritten. Die Frühjahrsmessungen konnten bei ausgezeichnetem Wetter in einem Tag (am 29. Mai 1976) erledigt werden. Dabei sind der Aufstieg vom Tal aus und die Rückkehr natürlich nicht inbegriffen. An der unteren Boje wurde eine Schneehöhe von 234 cm abgelesen. Die Stange stand perfekt senkrecht. Sondierungen in der näheren Umgebung ergaben **267 cm** bis zu einer charakteristischen Eisschicht. Die Vergleiche, die wir im nachfolgenden Herbst anstellten, zeigten, dass die Eisschicht mit dem Herbsthorizont 1975 zusammenhängt, so dass die zweite Zahl eine zuverlässige Firnhöhe ergibt. Der Weg zur oberen Boje war praktisch spaltenfrei, was angesichts des starken Zuwachses im Vorjahr uns nicht überraschte. Am Firnpegel in 2900 m Höhe, der noch fast senkrecht stand, wurde eine Schneehöhe von 256 cm abgelesen, während die Sondierungen einen genaueren Wert von 284 cm und die Grabung einen solchen von **287 cm** ergaben. Der Wasserwert dieser Schicht wurde zu **133 cm** bestimmt. Von allen 19 Jahren, in denen bisher Frühlingsmessungen durchgeführt wurden, ist dies der kleinste Wert¹. Vorher hatte der Winterzuwachs 1971/72 als der geringste gegolten (143 cm Wasserwert am 27. Mai 1972), und der nächstkleinste Wert stammt vom Mai 1964. Aus Sorge, die Ablation könne so weit fortschreiten, dass die Pegelstange umfällt, setzten wir am 9. August bei 2700 m eine Hilfsstange in ein vorgebohrtes Loch. Diese Mühe war aber umsonst, wie der Verlauf des Nachsommers zeigte, und die Hilfsstange wurde nur durch einen glücklichen Zufall wieder aufgefunden. Wenn wir die Setzung der Vorjahrschicht berücksichtigen (Differenz zwischen Pegelmessung und Grabung: ca. 30 cm), können wir das Schneehöhenmaximum auf dem oberen Firnplateau auf ca. **325 cm** schätzen und für den unteren Messplatz (2700 m) etwa denselben Betrag. Als Zeitpunkt des Maximums kommt eigentlich nur der April in Frage, aber es ist möglich, dass anfangs Juni nahezu dieselbe Schneehöhe mit einem höheren

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

Messplatz Höhe (m ü. M.)	Hüttenpegel	Unterer Firnpegel	Oberer Firnpegel
	2440	2700	2900
19. September 1975	–	–	0
21. September	–	0	–
28. Dezember	–	113	114
3. April 1976	200	248	224
10. April	230	288	294
16. April	210	268	274
1. Mai	200	258	264
29. Mai	147	234	256
4. Juli	0	108	174
18. Juli	0	8	84
9. August	0	26	–
14. August	0	–	44
24. September	–	66	193

Tabelle C 2. Firnzuwachs auf Clariden nach Grabungen

Messperiode	Messplatz m ü. M.	Schneehöhe cm	Wasserwert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m ³
19. Sept. 1975 bis 29. Mai 1976	2900	287	133	463
19. Sept. 1975 bis 24. Sept. 1976	2900	224	96	430
20. Sept. 1975 bis 25. Sept. 1976	2700	100	39	387

¹ Der grösste Wert ist im vorhergehenden Jahr gemessen worden.

Wassergehalt erreicht wurde. Die Sommerablation machte bis zum 19. Juli rasche Fortschritte. Von da an bewirkte der Wetterumschwung in grossen Höhen wieder eine Zunahme der Firnaufgabe (siehe Abschnitt E). Im Claridengebiet ist ein zweites, tieferes Minimum wahrscheinlich Ende August eingetreten. Es kann sein, dass zu diesem Zeitpunkt am unteren Messplatz (2700 m) der ganze Zuwachs seit Herbst 1975 aufgezehrt war.

Als wir am 23. September 1976 zu den Herbstaufnahmen starteten, war die Landschaft schon recht winterlich. Von 1900 m an lag eine ununterbrochene Schneedecke, die im oberen Teil des Hüttenweges bereits 30 bis 60 cm mächtig war. Wohlweislich brachten wir für die Gletscherpartien Skis mit, die aber zunächst viele Stunden lang auf dem Rucksack lasteten. Bei der unteren Boje fanden wir den Ocker durch Grabung in einer Tiefe von 100 cm, während Sondierungen eine Schichtdicke von 94 cm, die Pegelablesung eine solche von 66 cm ergaben (die letzte Zahl ist am wenigsten zuverlässig). Auf die Interpretation dieser Grabung werden wir gleich zurückkommen. Die horizontale Wanderung des Pegels betrug 3,3 m gegen Südosten. Nach der trigonometrischen Vermessung hat die absolute Höhe der Firnoberfläche seit dem Vorjahr um 0,8 m abgenommen. An wenigen Spalten vorbei legten wir im halbmeter tiefen Neuschnee eine tiefe Spur bis zur oberen Boje. Hier zeigte der kerzengerade stehende Pegel eine Schneehöhe von 193 cm an, während Sondierungen 220 cm ergaben. Die Grabung bis zum Ocker ergab einen Firnzuwachs von 224 cm mit einem Wasserwert von 96 cm. Die nachstehende Übersicht soll den Schichtaufbau an beiden Messplätzen erläutern:

2700 m am 25. September 1976			2900 m am 24. September 1976			Bemerkungen
Schichtdicke cm	Wasserwert mm	Raumgewicht kg/m ³	Schichtdicke cm	Wasserwert mm	Raumgewicht kg/m ³	
46	130	283	55	137	249	homogener Neuschnee, 13. bis 16. September
30½	137	445	44	169	383	umgewandelt, grobkörnig, nass, Ende Aug. bis Anf. Sept.
22½	112	498	22	116	526	August oder Juli?
1	8	ca. 800	4½	36	ca. 800	Eislamelle
			96½	490	508	hart, Winterschnee
			2	16	ca. 800	Eislamelle
						Ocker
11	-	-	3	-	-	Fortsetzung der Eislamelle

Die Datierung der obersten Schicht ist ganz sicher, weil sie von einer intensiven Niederschlagsperiode ohne Unterbrechung stammt. Schon bei der zweiten Schicht sind leichte Zweifel möglich, und erst recht bei der dritten Schicht (von oben an gezählt). Wir wissen nicht, ob die dritte Schicht vor oder nach dem Sommerminimum entstanden ist. Im ersten Fall muss das Minimum im Juli eingetreten sein, und dann wäre die dritte Schicht ein Überrest aus der Akkumulationsperiode. Im zweiten Fall muss das Minimum erst gegen Ende August eingetreten sein, und auf dem unteren Firnplateau wäre zu jenem Zeitpunkt der Winterschnee vollständig verschwunden gewesen (Ausaperung).

Der obere Pegel ist um 12,9 m gegen Ostnordosten gewandert. Auch hier hat die absolute Höhe der Firnoberfläche abgenommen, und zwar um 0,9 m. Über das Aussehen des Gletschers ist noch zu bemerken, dass sich etwas unterhalb der oberen Boje, wo sich oft 4 bis 5 parallele schmale Spalten zeigten, nun eine breite Spalte geöffnet hat. Im übrigen verhinderte der Neuschnee jede Beobachtung der Ausdehnung der Firnfelder.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Firnzuwachs am Claridenfirn im Berichtsjahr unterdurchschnittlich war und dass der untere Messplatz kurzfristig nahezu ausgeapert war, vielleicht sogar vollständig. Der Kälteeinbruch im Monat Juli und die späteren Schneefälle haben verhindert, dass ein beträchtliches Defizit entstand.

Die Tabelle C 3 gibt einen Überblick über die Niederschläge an den Talstationen um das Claridengebiet herum. Wir betonten schon in der Einleitung, wie trocken die Winterperiode war. Die Schnee-

Tabelle C 3. Niederschlag im Umkreis der Clariden

W (Winter) = Periode vom 19. September 1975 bis 28. Mai 1976
 S (Sommer) = Periode vom 29. Mai 1976 bis 26. September 1976
 G = W + S = Periode vom 19. September 1975 bis 26. September 1976
 H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Oktober 1975 bis 30. September 1976
 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	78	62	140	138	169	82
Urnerboden	1350	66	65	131	130	161	81
Braunwald	1190	80	76	157	154	187	82
Elm	962	64	64	127	128	154	83
Disentis	1173	41	42	84	85	125	69
Totalisatoren:							
Clariden	2480	83	67	150	149	–	–
Geissbützstock	2710	–	–	–	–	–	–

bedeckung am Boden liess endlich deutlich erkennen, dass der Totalisator auf dem Geissbützstock nicht dicht war, und zwar muss der jährliche Verlust beträchtlich gewesen sein. Wir werden nach Ersatz des Apparates erst im Jahr 1977/78 über neue Messungen verfügen.

D. Silvretta und Engadin

Auf dem Silvrettafirn wurde am 8. Juni 1976 eine unterdurchschnittliche Winterschneeschiicht angetroffen. Der Wasserwert von **112 cm** entspricht den Jahren 1958, 1969 und 1971. Er wurde in den Jahren 1959, 1960, 1964 und 1972 noch unterschritten. Der Jahreszuwachs von **69 cm** (Wasserwert **21 cm**), der am 24. September 1976 gemessen wurde, sowie die geringe Dichte dieser Schicht lassen darauf schliessen, dass auch diese Messstelle im Laufe des Sommers kurz ausaperte. Für den Silvrettafirn ist ein Jahreszuwachs in dieser Grössenordnung als durchschnittlich zu betrachten. In der Niederschlagstabelle D 2 fällt die starke Streuung der Werte auf. Während Davos und Klosters fast normale Jahressummen erreichten, verzeichnete das nahegelegene Weissfluhjoch ein beträchtliches Defizit. Der Unterschied ist nicht auf einzelne Sommergewitter zurückzuführen, sondern er ist auch im Winter 1975/76 zu bemerken.

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
18. Sept. 1975 bis 8. Juni 1976	Vorfeld	2460	145	66	454
18. Sept. 1975 bis 8. Juni 1976	Firnpegel	2750	239	112	470
18. Sept. 1975 bis 24. Sept. 1976	Firnpegel	2750	69	21	307

Im Bernina-Massiv wurde auf nicht vergletschertem Boden schon am 25. Juni 1976 eine ausserordentlich starke Ausaperung beobachtet. Ein gleicher Zustand wurde in den 41 vorangehenden Jahren erst zweimal am selben Datum beobachtet, sonst im Durchschnitt erst einen Monat später. In 30% der Fälle wurde der gleiche Ausaperungszustand erst am 10. August oder später erreicht. Über die Ausaperung der Gletscher konnten keine Vergleiche angestellt werden, da am 20. Juli 1976 kein Beobachter zur Stelle war und in der Folge häufige Neuschneefälle erfolgten. Die Partien oberhalb 3000 m wurden wohl gar nicht mehr freigegeben, und am 20. September lag auch an eisfreien Nord-

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

W (Winter) = Periode vom 18. September 1975 bis 7. Juni 1976
 S (Sommer) = Periode vom 8. Juni 1976 bis 24. September 1976
 G = W + S = Periode vom 18. September 1975 bis 24. September 1976
 H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Oktober 1975 bis 30. September 1976
 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	42	40	82	87	116	75
Davos Platz	1561	40	48	88	96	101	95
Klosters	1200	64	55	119	126	130	97
Schiers	682	51	33	85	89	102	87
Schuls	1253	23	30	53	54	70	78
Susch	1430	21	33	54	58	74	78
Bever	1712	23	42	65	72	85	85
St. Moritz	1853	28	45	73	82	88	92
Bernina Ospizio	2256	63	64	128	139	167	83
Totalisatoren:							
Silvretta-Vorfeld	2460	77	66	142	152	–	–
Silvretta-Hütte	2370	58	46	104	111	146	76
Alp Novai	1360	71	52	123	132	–	–

hängen eine geschlossene Neuschneedecke bis 2200 m herunter. Mittels Fernrohrbeobachtungen von Samedan aus wurden folgende Resultate erhalten:

Tabelle D 3. Firnzuwachs im Berninagebiet

	Änderungen der absoluten Höhe der Firnoberfläche seit dem 30. Sept. 1975		Effektiver Firn- zuwachs seit dem 30. Sept. 1975
	Misaun 3010 m	Rosatsch 3100 m	P. Palü 3700 m ü. M.
15. Oktober 1975	+1,1 m	+0,9 m	+1¼ bis 1½ m
5. März 1976	+1,6 m	+1,4 m	+1¼ bis 2 m
20. Juli 1976	+1,1 m	+1,3 m	+2¼ m
8. August 1976	+1,6 m	+1,9 m	+3½ m

Die absolute Höhe des Firngrates des Palü-Mittelgipfels war anfangs August 1976 gegenüber dem Vorjahr nicht merkbar verändert. Der mehrjährige Firnzuwachs wurde beim Persgletscher in 3300 m ü. M. am 8. August 1976 wie folgt bestimmt: 3½ m seit Ende Sommer 1975, 5 m seit Ende Sommer 1974, 12½ m seit Ende Sommer 1968 und 19½ m seit Ende Sommer 1965.

E. Jungfraufirn

Auch auf dem Jungfraufirn blieben die Schneehöhen im Hochwinter sehr bescheiden. Die Konstanz der Werte mutet etwas merkwürdig an, noch mehr die starke Zunahme im Monat März, als nirgends starke Schneefälle gemeldet wurden. Das bescheidene Maximum im Monat April und das tiefe Minimum am 19. Juli sind dagegen im Einklang mit unseren übrigen Unterlagen. Nach diesem Datum stiegen die Schneehöhen bis September wieder an. Der Jahreszuwachs von 355 cm ist leicht unterdurchschnittlich.

Tabelle E. Schneehöhen auf dem Jungfraufirn, bezogen auf den 19. September 1975, in cm

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

19. September 1975	0*	24. Mai 1976	370
20. Oktober	70	14. Juni	370*
30. Oktober	70*	26. Juni	400
21. November	200	19. Juli	240
24. Dezember	200	26. Juli	320
25. Januar 1976	200	21. August	295
23. Februar	200	16. September	380*
25. März	320	20. September	355*
24. April	400		

* 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 gekennzeichnet durch die ausserordentlich trockene Akkumulationsperiode. Da die Sommerabschmelzung jedoch im wesentlichen bereits am 20. Juli zu Ende war, wurden die Firnreserven nicht stark angegriffen, und es resultierte meist ein mässig unterdurchschnittlicher Firnzuwachs.