

Berichte

Der Firnzuwachs pro 1968/69 in einigen schweizerischen Firngebieten

56. Bericht

Von

A. LEMANS

Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt

A. Verdankungen und Quellenangaben

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

Clariden: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (MZA).

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

Berninagebiet: Dr. G. GENSLER, MZA.

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

Nach 4 Jahren mit einem überdurchschnittlichen Firnzuwachs können wir diesmal über ein ziemlich «normales» Firnjahr berichten. Der Winter 1968/69 brachte im Alpengebiet meist normale oder zu geringe Niederschläge. Die Periode Oktober 1968 bis März 1969 war fast überall defizitär. Falls wir auch die Monate April und Mai noch zur Winterperiode zählen, so verschiebt das Bild sich leicht. Während der Periode Oktober 1968 bis Mai 1969 erhielten ein Drittel der Stationen Niederschläge, die über dem Durchschnitt lagen. Die übrigen Stationen erhielten unternormale Niederschlagssummen, oder höchstens genau den Normalwert.

Nach einem milden, trockenen und sonnigen Oktober (wie sie in den sechziger Jahren schon häufig vorgekommen sind), begann der November mit einem kräftigen Südföhn. Darauf erhielten die Bergstationen den ersten Winterschnee. Für das Weissfluhjoch war dieser Zeitpunkt zwei Wochen verspätet, auf dem St. Gotthard dagegen begann der Winter fahrplanmässig. Wir müssen hier zu unserem Bedauern vermerken, dass die regelmässigen meteorologischen Beobachtungen auf dem St. Gotthard-Pass mit dem Jahr 1969 enden werden. Zehn Kilometer nördlich davon liegt glücklicherweise die Station Gütsch vom synoptischen Beobachtungsnetz, die zwar eine Gründung der neueren Zeit ist und ausserdem eine ganz andere topographische Lage besitzt. Vor einigen Jahren konnte mit Mühe und Not die 150jährige Pass-Station Grand-St.-Bernard gerettet werden. Nach der Eröffnung des Strassentunnels bestand die Gefahr, dass das Hospiz im Winter vollständig geschlossen würde.

Vom 5. November bis Mitte Dezember herrschte wieder meist trockenes Wetter, so dass die Schneedecke auf dem Säntis wieder verschwand und sogar Mitte Dezember nur 1 cm betrug. Will

Tabelle B 1. Schneehöhen auf unvergletscherten Bergstationen

Stationen	Gütsch ob Andermatt	Säntis	Weissfluhjoch ob Davos
Höhe des Messfeldes (m ü. M.)	2290	2350	2540
1. November 1968	0	0	0
2. November	4	0	0
3. November	20	1	14
5. November	60	1	17
15. November	23	0	18
19. November	105	2	36
16. Dezember	53	1	31
26. Dezember 1968	220	165	120
3. Januar 1969	240	265	105
14. Januar	200	180	86
20. Januar	225	210	107
28. Januar	190	130	97
13. Februar	285	196	127
26. Februar	285	235	137
11. März	245	150	124
2. April	250	250	149
12. April	230	200	131
18. April	400	258	208
20. April	405	273	194
25. April	400	285	186
6. Mai	350	170	131
11. Mai	359	190	150
1. Juni	110	80	82
7. Juni	138	137	101
16. Juni	50	0	58
24. Juni	3	0	30
26. Juni	35	27	60
30. Juni	0	10	40
6. Juli	0	0	0

man diesen wirklich minimalen Schneerest vernachlässigen, so bestand eine Winterschneedecke auf dem Säntis erst seit dem 17. Dezember 1968. Das ist das zweitspäteste Datum der Beobachtungsreihe, nach dem 20. Dezember 1953. Auf dem Versuchsfeld des Weissfluhjochs blieben die Schneehöhen, mit Ausnahme der Weihnachtstage, den ganzen Winter hindurch stark unternormal, wobei das Defizit oft $\frac{3}{4}$ m betrug. Die grössten Schneehöhen, die an den Bergstationen der Tabelle B 1 in der zweiten Aprilhälfte erreicht wurden, blieben dementsprechend weit hinter den Werten der Vorjahre zurück. Auf dem St. Gotthard wurde schon Mitte Januar ein Maximum von 270 cm erreicht. Auf dem Aletschfirn und dem Claridenfirn scheinen die Schneehöhen bis Anfang Mai nahezu identisch gewesen zu sein, während in den letzten Jahren der Claridenfirn bis im Frühsommer jeweils bedeutend grössere Schneeanisammlungen aufwies.

Die Tabellen B 2 bis B 4 dienen wie in früheren Berichten der Charakterisierung der Temperaturverhältnisse im Gebirge und in der freien Atmosphäre während der Periode Mai bis September 1969. Von Monat zu Monat wechselte der Witterungscharakter. Waren die Monate Mai, Juli und September relativ warm, sonnig und trocken, so wiesen die zwei anderen Monate, Juni und August, die entgegengesetzten Merkmale auf. Die Gesamtbilanz war jedoch positiv und besonders angenehm für Ferienreisende war die Tatsache, dass vom 12. Juli bis zum 11. August das wärmste und beständigste Wetter des ganzen Sommers herrschte, von nur einigen Gewittern unterbrochen. Innerhalb Europa herrschten ziemlich starke Gegensätze. Gerade die Monate Juni und August, die in der Schweiz zu kühl waren, brachten in Mittelschweden und Mittelnorwegen sehr warme Witterung, in Verbindung mit einer langandauernden Dürre.

Tabelle B 2. Monatsmittel der Lufttemperatur auf Bergstationen

M = Monatsmittel 1969, A = Abweichung vom Durchschnittswert 1901–1960

Station	Gütsch		Säntis		Weissfluhjoch		Jungfraujoch	
	2287		2500		2667		3578	
	M	A	M	A	M	A	M	A
Mai 1969	2.4	+1.2	1.4	+1.6	0.8	+1.5	-5.0	+1.5
Juni	2.8	-1.8	1.1	-1.7	0.6	-1.9	-4.8	-1.4
Juli	8.5	+1.3	6.3	+1.3	5.7	+1.0	0.1	+1.4
August	6.0	-1.4	3.8	-1.2	3.4	-1.6	-2.6	-1.4
September	6.3	+1.3	5.0	+2.1	4.4	+1.5	-1.2	+1.9
Mai-September	5.2	+0.1	3.5	+0.4	3.0	+0.1	-2.7	+0.4

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 2500	Weiss- fluhjoch		Jungfrau- joch firn	
	2287		2700	2900		2667	2750	3578	3350
Mai 1969	89		42	29	81	67	57	8	14
Juni	102		53	34	72	62	53	0	2
Juli	267		196	162	214	203	190	57	89
August	192		129	99	141	137	125	17	39
September	187		110	75	157	142	128	12	29
Mai-September	837		530	399	665	611	553	94	173

Die Bergstationen aperten zur normalen Zeit aus, wurden dann allerdings noch wiederholt eingeschneit. Die stärkste Ablation fand in der zweiten Hälfte Juli und der ersten Hälfte August statt. Darauf folgte eine unbeständige Wetterperiode, und die Schneefallgrenze senkte sich am 23. und 24. August strichweise bis auf 1500 m. Es ist daher anzunehmen, dass der tiefste Firnstand des Sommers in Höhenlagen von 2800 m ü. M. und darüber zwischen 15. und 20. August erreicht wurde. Die Monate September und Oktober fielen allerdings mild und trocken aus, der zweite sogar extrem trocken. Die Ablation war während dieser Zeit auf tief gelegenen Firnfeldern so wirksam, dass Ende Oktober 1969 strichweise vermutlich eine geringere Firnrücklage vorhanden war als Mitte August.

Die in der Tabelle B 3 enthaltenen Temperatursummen dienen dazu, die Ablation der Schneedecke abzuschätzen. Die Fünfmonatssumme für die Station Säntis (665 Gradtage) entspricht 109% des Mittelwertes der Vergleichsperiode 1901–1960. Die Summe für das ganze hydrologische Jahr 1968/69 beträgt 786 Gradtage (116% in bezug auf 1901–1960).

Statt die Temperaturmessungen von Bergstationen auf andere Höhen umzurechnen, kann man auch Temperaturmessungen in der freien Atmosphäre zur Berechnung von Temperatursummen heranziehen. Allerdings liegen die Radiosondenstationen in beträchtlicher Entfernung von den Gletschergebieten, und eine Radiosondenmessung vermag aus verschiedenen Gründen nicht denselben Wert zu liefern wie eine meteorologische Bodenstation in derselben Höhe. Wo jedoch Bodenstationen fehlen, wie z. B. im Berninagebiet, ist man froh, durch Interpolation von Radiosondierungen (Mailand und München) wenigstens Näherungswerte zu erhalten (Tab. B 4). Ebenfalls aus Radiosondierungen haben wir für den Zeitraum Mai-September 1969 die mittlere Temperatur der Atmosphäre über Europa zwischen dem Druckniveau 1000 mb (nahe dem Erdboden) und dem Druckniveau 500 mb (ca. 5500 m ü. M.) berechnet. Verglichen mit der Normalperiode 1949–1968

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 1969	29	35	41	39
Juni	23	22	25	24
Juli	112	109	122	118
August	67	42	86	71
September	62	62	64	63
Mai-September	293	270	338	315

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 1969			Hydrologisches Jahr Okt. 1968 bis Sept. 1969		
	a	b	c	a	b	c
Säntis	976	44	107	1987	45	106
Braunwald	850	46	100	1567	45	99
Gütsch	961	48	99	1873	47	98
Jungfraujoch	934	45	101	1770	44	100
Disentis	898	47	92	1670	47	95
Landquart-Plantahof	1004	54	106	1723	50	103
Weissfluhjoch	921	46	99	1949	48	100
Davos-Platz	878	49	100	1690	50	101
St. Moritz	845	46	91	1583	44	88
Schuls	928	49	95	1740	50	98

zeigt sich ein Wärmeüberschuss über Nordwesteuropa, vom Golf von Biskaya bis zum Nordkap, wobei eine maximale Abweichung von $+1^\circ$ über Südnorwegen und Dänemark auftrat. Ein Wärmedefizit bestand über Süd- und Osteuropa mit einem Schwerpunkt von mehr als $-1,5^\circ$ über Nordost-russland und einem zweiten von -1° bei Sardinien. In den Alpen traten nur unbedeutende Abweichungen von der Norm auf (ca. $-0,2^\circ$).

Die Sonnenscheindauer war sowohl in der Sommerperiode Mai-September 1969, wie auch im ganzen hydrologischen Jahr (Oktober 1968 bis September 1969) normal. Die Änderung von Monat zu Monat während des Sommerhalbjahres ging derjenigen der Temperatur parallel. Von April an erhielten die geraden Monate zu wenig Sonne, die ungeraden dafür einen Überschuss.

C. Clariden

Die langen Pegelrohre aus Aluminiumlegierung (Anticorodal), die wir erstmals im Herbst 1967 auf dem Claridenfirn errichtet haben, bewährten sich auch im zweiten Jahr ausgezeichnet. Trotz Wind- und Schneedruck neigen sie sich nur wenig im Laufe eines Jahres. Die Frühjahrsmessung fand am 18. Mai 1969 statt. Die Winterschneedecke war geringer als in den vier vorangehenden Jahren. Wir vermuten, dass das Schneehöhenmaximum etwa am 20. April 1969 eingetreten ist und schätzen die grösste Höhe bei der oberen Boje auf **500 cm**, bei der unteren Boje auf **485 cm**. Es ist möglich, dass um den 10. Mai herum nochmals fast gleich grosse Werte erreicht wurden.

Erstaunlich gut war die Übereinstimmung zwischen der Schneehöhe, die durch Grabung bestimmt wurde (433 cm), und dem Wert, der aus der Pegelablesung resultierte (435 cm).

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

Messplatz: Höhe (m ü. M.)	Hüttenpegel	Unterer Firnpegel	Oberer Firnpegel
	2440	2700	2900
14. September 1968	0	0	—
19. September	0	32	0
20. Oktober	20	52	65
5. April 1969	190	327	335
26. April	285	462	475
18. Mai	200	382	435
20. Juli	75	307	405
12. August	0	157	305
12. September	0	175	345

Unsere Herbstmessungen (11. bis 13. September 1969) fanden bei ausgezeichneten Wetterbedingungen statt. Nur beim abendlichen Aufstieg zur Hütte am 10. September wurden wir reichlich nass. Im Tal des Walenbach waren nur noch wenig schmutzige Schneereste vorhanden, die sicher zwei bis drei Jahre alt waren. Von der Claridenhütte aus war es zum ersten Mal seit 1964 wieder möglich, Firnflecken im Gelände deutlich von Schutthängen zu unterscheiden. Die Firngrenze lag etwa zwischen 2550 m und 2600 m, so dass der eigentliche Claridenfirn noch knapp bis zum unteren Rand mit Neuschnee oder jedenfalls mit Schnee der gegenwärtigen Saison bedeckt war. Selbständige Firnfelder und auch die abgetrennte Firnzunge westlich der Hütte waren zu einem grossen Teil ausgeapert.

Bei der unteren Boje fanden wir den Ocker durch Grabung in **176 cm** Tiefe, während die Schneehöhe am Pegel gemessen 174 cm betrug. Der Wasserwert dieses Firnzuwachses wurde zu **91 cm** bestimmt. Die obersten 23 cm bestanden aus Neuschnee (Wasserwert 10 cm). Die Einvisierung mit dem Theodoliten ergab eine absolute Hebung der Firnoberfläche um 0,5 m seit September 1968. Innert fünf Jahren, d. h. seit September 1964, hat die Firndicke an dieser Stelle um **6,7 m** zugenommen. Die Boje war um 3,3 m gegen Süden gewandert.

Zu diesen Messungen, die am 12. September 1969 auf dem unteren Firnplateau (2700 m) ausgeführt wurden, ist allerdings noch ein Vorbehalt anzubringen. Nach einer schriftlichen Meldung hat die Schneehöhe bei der unteren Boje seit unserer Messkampagne und bis zum 2. November 1969 um nicht weniger als **100 cm** abgenommen. Der somit erreichte Stand liegt sicher noch unterhalb des Minimums von Mitte August. Das heisst, dass im Herbst nicht nur die Schneefälle von August und September wieder aufgezehrt wurden, sondern dass auch die im Winter 1968/69 abgelagerten Schichten noch weiter reduziert wurden. Der definitive Firnzuwachs ist daher um mindestens die Hälfte kleiner als der oben angegebene Messwert. Der Wasserwert kann auf **40 cm** (statt 91 cm) geschätzt werden.

Am Weg zum oberen Firnplateau tauchten eine Reihe von gut überbrückten Spalten auf, die letzte davon ca. 100 m vor dem Standort der oberen Boje. Diese Route war in den schneereicheren Jahren nahezu spaltenfrei gewesen. Die Pegelstange wies seit dem Vorjahr eine horizontale Verschiebung von 14 m in nordöstlicher Richtung auf. Die am Pegel gemessene Schneehöhe betrug 346 cm, während die Grabung bis zum Ocker eine Tiefe von **319 cm** ergab. Diskrepanzen dieser Grössenordnung treten häufig auf, doch ergibt die Grabung im allgemeinen den grösseren Wert. Die Tatsache, dass vom Ocker nur eine äusserst schwache Spur gefunden wurde, gab ebenfalls Anlass zu einigen Zweifeln. Deswegen wurde die Grabung um nochmals 1 m fortgesetzt, ohne jedoch auf andere Spuren zu stossen. Es ist möglich, dass der am 19. September 1969 bei -4° gestreute Farbstoff zu einem Teil verweht wurde. Andererseits ereigneten sich zwei Tage später, am 21. September, bei steigenden Temperaturen ausserordentlich starke Niederschläge, die vor allem in der Ostschweiz zu Überschwemmungen führten. Nach den herrschenden Temperaturen zu schliessen, kann es auf dem Claridenfirn geregnet haben, wobei der Ocker weggeschwemmt wurde. Wir betrachten den Firnzuwachs von 319 cm als gültig. Der entsprechende Wasserwert betrug **170 cm**. Im Laufe des Spätherbstes wurden an dieser Stelle nur noch etwa 7 cm Schnee abgetragen (Meldung vom 2. 11. 1969), so dass diese Zahlen keiner wesentlichen Korrektur bedürfen.

Die Tabelle C 3 zeigt, dass die meisten Vergleichsstationen im Tal im hydrologischen Jahr 1968/69 unternormale Niederschläge erhielten. Der Totalisator auf dem Geissbüztistock weist weiterhin auffallend niedrige Werte auf. Der Apparatewechsel im Frühling 1966 scheint einen Bruch der Kontinuität bewirkt zu haben, den wir nicht erklären können. Zusammenfassend kann man sagen, dass der Firnzuwachs auf Clariden dieses Jahr ungefähr dem langjährigen Mittel entspricht.

Tabelle C 2. Firnzuwachs auf Clariden nach Grabungen

Messperiode	Messplatz m ü. M.	Schneehöhe cm	Wasserwert cm	Mittleres Raumgewicht kg/m ³
14. Sept. 1968–18. Mai 1969	2700	382	—	—
19. Sept. 1968–18. Mai 1969	2900	433	191	440
14. Sept. 1968–12. Sept. 1969	2700	176*	91*	518
19. Sept. 1968–11. Sept. 1969	2900	319	170	533

* Siehe Bemerkungen im Text.

Tabelle C 3. Niederschlag im Umkreis der Clariden

W (Winter) = Periode vom 18. September 1968 bis 18. Mai 1969
 S (Sommer) = Periode vom 19. Mai 1969 bis 10. September 1969
 G = W+S = Periode vom 18. September bis 10. September 1969
 H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Okt. 1968 bis 30. Sept. 1969
 N = Normale Jahressumme = Mittel der Jahre 1901–1940

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Auen (Linthal)	815	106	75	181	175	169	104
Tierfehd (Linthal)	810	95	72	166	161	—	—
Urnerboden	1350	83	90	173	165	173	95
Braunwald	1190	111	89	200	190	189	100
Elm	962	85	66	151	146	153	96
Disentis	1173	66	50	116	114	129	89
<i>Totalisatoren:</i>							
Claridenhütte	2480	104	75	179	172	—	—
Geissbüztistock	2710	113	73	186	179	345	(52)

D. Silvretta und Engadin

Auch in Graubünden blieben die Niederschläge des hydrologischen Jahres 1968/69 im allgemeinen unter dem langjährigen Durchschnitt. Nur in den südlichen Tälern gab es Ausnahmen, wie z. B. Bernina, wo allein der November 1968 mit kräftigen Südtaulagen 400 mm brachte. Für die Winterperiode Oktober 1968 bis Mai 1969 fielen die Niederschläge ebenfalls im allgemeinen zu klein aus. Einige wenige Stationen (z. B. Bever und Platta) erzielten in diesem Zeitabschnitt einen leichten Überschuss.

Die Wasserwertbestimmung, die am 13. Juni 1969 auf dem Silvrettafirn ausgeführt wurde, führen wir in der Tabelle D 1 auf. Zum Vergleich sei daran erinnert, dass hier am 1. Juli 1967 187 cm Wasser und am 25. Juni 1968 150 cm Wasser gemessen wurden. Die relativ geringe Winterschneedecke wurde bis zum Herbst ganz aufgezehrt, so dass kein Firnzuwachs resultierte. Die Bilanz war schon am 25. September 1969 negativ (−37 cm), und der Abtrag hat sicher im Oktober noch weitere Fortschritte gemacht. Die Firngrenze lag anlässlich der Herbstbegehung bei 2900 m ü. M., also wesentlich höher als der Messplatz. Es wurde eine jährliche Wanderung des Pegels von 16,6 m festgestellt. Angaben über die grösste Schneehöhe im Frühling sind uns leider nicht zugegangen.

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
26. 9. 68–13. 6. 69	Firnpegel	2750	229	108	473
26. 9. 68–13. 6. 69	Vorfeld	2460	108	52	483
26. 9. 68–25. 9. 69	Firnpegel	2750	–37	—	—

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

W (Winter) = Periode vom 25. September 1968 bis 12. Juni 1969
 S (Sommer) = Periode vom 13. Juni 1969 bis 24. September 1969
 G = W+S = Periode vom 25. September 1968 bis 24. September 1969
 H = Hydrologisches Jahr = Periode 1. Okt. 1968 bis 30. Sept. 1969
 N = Normale Jahressumme (1901–1940)

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Weissfluhjoch	2540	57	37	94	94	117	81
Davos-Platz	1561	53	42	95	94	100	94
Klosters	1200	66	43	110	109	128	85
St. Antönien	1460	63	46	110	109	138	79
Schuls	1253	33	26	60	60	71	84
Susch	1430	37	29	66	67	76	88
Bever	1712	53	32	84	85	88	96
St. Moritz	1853	49	27	77	77	94	82
Bernina L. Bianco	2240	130	58	188	189	170	111
<i>Totalisatoren:</i>							
Silvretta-Vorfeld	2460	90	65	155	154	—	—
Silvretta-Hütte	2370	72	49	121	120	146	82
Alp Novai	1360	70	50	120	119	—	—

Im Berninamassif wurden wiederum mittels Fernrohrbeobachtungen von Samedan aus folgende Resultate erhalten:

	Änderungen der absoluten Höhe der Firnoberfläche seit dem 14. August 1968:		effektiver Firnzuwachs seit dem 14. August 1968 am:	
	Misaun	Rosatsch	Piz Palü	Persgletscher- abbruch
	3010 m	3100 m	3850 m	3175 m
18. Februar 1969	+2,0 m	+1,3 m	+3½ m	
22. Juni 1969	+1,5 m	+1,6 m		+3 m
18. Juli 1969	+1,2 m		+3 m	+3 m
7. August 1969	+0,7 m	+1,0 m	+3 m	+2 m
8. November 1969	–0,2 m	+0,6 m	+2½ m	+3 m

Am Morteratsch-Firnkuppenabbruch (3480 m) betrug am 5. August 1969 die Firnrücklage seit Herbst 1968 2 m, seit 1967 3½ m, seit 1966 7 m, seit 1964 9½ m und seit 1961 14 m. Gleicherweise wurde der mehrjährige Firnzuwachs an den obersten Firnkuppenabbrüchen des Piz Palü durch Deutung der Schichtung ermittelt: seit 1964 11 m, seit 1961 16 m und seit 1957 23 m.

In eisfreiem Gelände war die Ausaperung am 8. August 1969 vergleichbar mit den Jahren 1967, 1943, 1939, 1937 und 1935, dagegen stärker fortgeschritten als in 11 anderen Fällen der 34 Vergleichs-

jahre. Da der Oktober 1969 noch sehr warm und trocken war (Temperatursumme 58 Gradtage für $\frac{2}{3}$ Mailand + $\frac{1}{3}$ München, Tabelle B 4), wurden noch 3 weitere Vergleichsjahre «eingeholt». Der Sommer 1969 nimmt jetzt daher eine mittlere Lage ein in unserer Vergleichsreihe.

Auf Eisunterlage war die Ausaperung am 8. August gleich weit fortgeschritten wie in den Jahren 1943, 1939, 1937 und 1935 und stärker als in 10 anderen Fällen. An den mehr nordwärts exponierten Firnhängen war die Auswirkung des warmen Oktobermonats nicht der Temperatursumme proportional, weil die bei solchen Herbstlagen sehr trockene Luft eine starke Verdunstungsabkühlung bewirkt und die Tageslänge rasch abnimmt.

E. Jungfraufirn

Tabelle E. Schneehöhen auf dem Jungfraufirn, bezogen auf den 12. September 1968, in cm

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

12. September 1968	0*	8. März	340
27. Oktober	105	26. März	370
5. November	220	10. April	365*
19. November	250	25. April	470
27. November	220	8. Mai	550
4. Dezember	210	11. Mai	540
12. Dezember	210	7. Juni	510*
9. Januar 1969	300	12. Juni	490*
16. Januar	310	21. Juni	500
22. Januar	310*	20. Juli	510
30. Januar	310	22. August	460
19. Februar	310	8. September	489*
1. März	340		

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

Die Messergebnisse vom Jungfraufirn stehen im Gegensatz zu denjenigen der anderen Firngebiete. Die grösste im Frühjahr 1969 erreichte Schneehöhe übersteigt den entsprechenden Wert des Vorjahres (425 cm) um mehr als 1 Meter, und auch der im September 1969 gemessene Endzuwachs ist «überdurchschnittlich». Es fällt auf, dass während der Periode vom 20. Juli bis zum 22. August die Schneehöhe auf dem Jungfraufirn nur um 50 cm abgenommen hat. Das Verhältnis abgetragene Schneedecke : Summe der positiven Temperaturen ist für den Jungfraufirn wesentlich kleiner als für den Claridenfirn. Andere Faktoren spielen bei der Schneeschmelze sicher auch eine Rolle.

Was die Niederschläge betrifft, so erscheint es bemerkenswert, dass die Stationen am Nordhang der Berner Alpen im Winter 1968/69 weniger Niederschlag als im Vorwinter erhielten, während die Stationen auf der Walliser Seite dieses Massifs ganz wesentlich grössere Niederschläge erhielten als im Vorjahr. Der Firnzuwachs im Aletschgebiet scheint somit in erster Linie mit den Niederschlägen im Wallis korreliert zu sein.

F. Résumé

Im Winter 1968/69 erhielten die schweizerischen Alpen vorwiegend unternormale bis normale Niederschläge. Überdurchschnittliche Niederschläge wurden dagegen im Oberwallis, in Airolo und im Oberengadin registriert. Der Sommer 1969 war gekennzeichnet durch einen starken Wechsel von Monat zu Monat. Insgesamt brachte er eine normale Sonnenscheindauer und leicht überdurchschnittliche Temperaturen. Sehr warmes und trockenes Wetter herrschte vom 12. Juli bis zum 11. August. Nach einer kühlen und niederschlagsreichen Periode, die sich von Mitte August bis nach Mitte September ausdehnte, folgte ein sehr trockener und milder Herbst, der in tieferen Lagen den Firnhaushalt auch noch beeinflusste. Während man in den Glarner Alpen und im Oberengadin einen durchschnittlichen Firnzuwachs beobachtete, war der Zuwachs im Aletschgebiet wesentlich über der Norm und im Silvrettaggebiet darunter.