

DIE GLETSCHER
DER SCHWEIZER ALPEN
1970—1971

92. BERICHT

Publikation der
Gletscherkommission
der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft /SNG

1974

DIE GLETSCHER
DER SCHWEIZER ALPEN
1970 - 1971

PETER KASSER und MARKUS AELLEN

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETHZ
ABTEILUNG FUER HYDROLOGIE UND GLAZIOLOGIE

92. BERICHT

PUBLIKATION DER GLETSCHERKOMMISSION
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG)

1974

Publikation der Gletscherkommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG)
c/o Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie
an der Eidgenössischen Technischen Hochschule
Voltastrasse 24, CH-8044 Zürich.

Druck von Stämpfli & Co., Bern, 1974

© Gletscherkommission der SNG 1974

Gedruckt in der Schweiz

Notiz

Die im Jahre 1893 gegründete Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG) verfolgt die gleichen Ziele wie das "Gletscherkollegium", welches 1869 gemeinsam durch den Schweizerischen Alpenklub (SAC) und die SNG geschaffen und 1893 aufgelöst wurde.

Art. 3 des Kommissionsreglementes:

"Die Aufgabe der Kommission besteht in der Untersuchung der Gesamterscheinung der Gletscher. Ihr besonderes Forschungsgebiet sind die Gletscher der Schweizer Alpen, deren Stand sie regelmässig nachprüft. Sie führt entweder gemeinsam grössere Arbeiten durch oder überträgt einzelne Arbeiten ihren Mitgliedern. Sie kann gemeinsam mit andern wissenschaftlichen Instituten bestimmte Arbeiten durchführen oder Fachleuten übertragen. Ausserdem darf sie auch gletscherkundliche Untersuchungen Dritter unterstützen. Prinzipiell sollen letztere Personen Mitglieder der SNG sein."

Gletscherkommission der SNG:	Mitglieder:	seit
	Peter Kasser, Präsident, Zürich	1948
	Marcel de Quervain, Vizepräsident, Davos	1958
	Hans Röthlisberger, Sekretär, Zürich	1965
	André Flotron, Meiringen	1972
	Robert Haefeli, Zürich	1943
	Claude Jaccard, Neuenburg	1965
	Fritz Müller, Zürich	1971
	Hans Oeschger, Bern	1967

Arbeitsgruppe für die Gletscherbeobachtungen:

Peter Kasser, Leiter
Hans Röthlisberger, Mitglied

Seit dem Jahre 1964 verdankt die Gletscherkommission der SNG die Sammlung der jährlichen Beobachtungsergebnisse und die Bearbeitung des Jahresberichtes der Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.

Zürich, Januar 1974.

I N H A L T

	Seite
Inhaltsverzeichnis	4
1. HYDROMETEOROLOGISCHE BEOBACHTUNGEN	7
Witterungs- und Schneeverhältnisse vom 1. Oktober 1970 bis 30. September 1971	7
a) Der Winter (1. Oktober bis 30. April)	7
b) Der Sommer (1. Mai bis 30. September)	8
c) Das Haushaltsjahr (1. Oktober bis 30. September)	8
Tabelle 1: Summe der positiven Tagesmittel der Temperaturen von Mai bis September 1969, 1970 und 1971	9
Abbildung 1: Niederschlag, Temperatur, Sonnenscheindauer und Abfluss, für 1970/71, bezogen auf die Mittelwerte der Referenzperiode	10
Tabellen 2 und 3: Niederschlag, Abfluss, Temperatur, Summe der positiven Tagestemperaturen und Sonnenscheindauer, Zahlenangaben für Monate, Winter, Sommer und Jahr	
Tabelle 2: Werte für 1970/71	12
Tabelle 3: standardisierte Abweichungen für 1970/71	14
2. SCHNEE UND LAWINEN IM WINTER 1970/71	16
Tabelle 4: Daten über die Schneedecke im Winter 1970/71	17
3. GLETSCHERBEOBACHTUNGEN	18
3.1 Tätigkeit und besondere Ereignisse	18
Tabelle 5: Vermessungsflüge im Jahre 1971	20
Abbildung 2: Die Gletscher der Schweizer Alpen. Beobachtungen im Jahre 1971	24
3.2 Lageänderung der Gletscherenden	25
Tabelle 6: Lageänderung der Gletscherenden 1968/69 bis 1970/71 Zusammenfassung	26
Tabelle 7: Lageänderung der Gletscherenden 1969/70 bis 1970/71	27
Abbildung 3: Zungenstände des Giétrogletschers nach Vermessungsaufnahmen in den Jahren 1947 bis 1971	33
Abbildung 4: Giétrogletscher. Ausdehnung der Zunge bei besonderen Gletscherständen seit dem Ende des 16. Jahrhunderts	34
Tabelle 8: Länge und Längenänderung des Trientgletschers ermittelt aus verschiedenen kartographischen Darstellungen	43
Abbildung 5: Zungenstände des Trientgletschers 1956 bis 1973	44
Abbildung 6: Zungenstände und Längenänderung des Trientgletschers 1845-1973	45
Tabelle 9: Längenänderung des Trientgletschers seit 1878 nach den jährlichen Messungen der Gletscherkommission	46

	Seite	
3.3	Bildseiten	
	Bildlegenden	48
	Bildseite 1: Trientgletscher am 11. Juni 1971	
	Bildseite 2: Unterer Grindelwaldgletscher am 3. September 1971 (Lufbild)	
	Bildseite 3: Unterer Grindelwaldgletscher am 31. 10. 1971	
	Bildseite 4: Ammertengletscher am 19. September 1971	
3.4	Massenbilanzen	49
	Tabelle 10: Massenbilanzen einiger Gletscher für die Jahre 1968/69 bis 1970/71	49
	Tabellen 11 bis 13: mittlere spezifische Massenbilanzen 1970/71 für Höhenstufen von 100 Metern	50
	Tabelle 11: Griesgletscher	50
	Tabelle 12: Limmern- und Plattalvagletscher	52
	Tabelle 13: Silvrettagletscher	52
	Abbildung 7: Griesgletscher. Massenbilanz 1970/71	51
	Abbildung 8: Limmern- und Plattalvagletscher. Massenbilanz 1970/71	53
	Abbildung 9: Silvrettagletscher. Massenbilanz 1970/71	54
	Tabelle 14: Winterschneedecke, spezifische Massenbilanz und Höhenänderung der Gletscheroberfläche in ausgewählten Punkten verschiedener Gletscher im Jahre 1970/71	55
3.5	Messungen an einigen Gletschern im Val de Bagnes	61
3.5.1	Messungen am Giétrogletscher	61
	Tabelle 15: Giétrogletscher 1966 bis 1971. Höhenänderung der Gletscheroberfläche	63
	Abbildung 10: Giétrogletscher 1966 bis 1971. Lage der Fixpunkte, Messstellen und Profile	64
	Tabelle 16: Giétrogletscher. Spezifische Haushaltszahlen für die Jahre 1966/67 bis 1970/71	65
	Tabelle 17: Giétrogletscher 1966 bis 1971. Jahreswerte der Oberflächengeschwindigkeit in Gletschermitte	66
	Abbildung 11: Giétrogletscher. Seismische Sondierungen auf der oberen Zungenterrasse	67
	Tabelle 18: Giétrogletscher 1966 bis 1971. Dimensionen und Massenbilanz der Zungenspitze	
	a) Dimensionen und Massenumsatz	68
	b) Dimensionsänderungen und Jahresbilanzen	69
	Abbildung 12: Giétrogletscher. Lage und Form des Gletscherbettes auf der unteren Zungenterrasse	70
	Abbildung 13: Giétrogletscher. Eismächtigkeiten an der Zungenspitze	71

	Seite
3.5.2. Messungen am Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournelon Blanc	72
Tabelle 19: Lage der Abbruchfront in den Jahren 1964, 1966, 1967, 1968, 1970 und 1971	73
Abbildung 14: Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournelon Blanc. Lageplan	74
Abbildung 15: Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournelon Blanc. Sondierbohrungen	75
Abbildung 16: Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournelon Blanc. Lage und Form der Abbruchfront in den Jahren 1964, 1966, 1967, 1968, 1970 und 1971	76
3.5.3. Messungen am Corbassièregletscher	78
Tabelle 20: Corbassièregletscher 1967 bis 1971. Höhenänderung und Oberflächengeschwindigkeit in den Querprofilen	79
3.6. Messungen an den Aaregletschern	80
Tabelle 21: Aaregletscher 1970/71. Zusammenfassung der Hauptresultate	81
Tabelle 22: Unteraargletscher 1970/71. Kurzzeitige Geschwindigkeitsmessungen im Profil 4	82
a) 4-tägige Messintervalle	82
b) tägliche Messungen vom 23.7. bis 20.8.1971	86
4. VERZEICHNIS VON PUBLIKATIONEN	88

1. HYDROMETEOROLOGISCHE BEOBACHTUNGEN

Witterungs- und Schneeverhältnisse vom 1. Oktober 1970 bis 30. September 1971

Ausgewählte Daten aus den Jahrbüchern der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA) und des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft (A+W) dienten dazu, das Klima des Berichtsjahres in den Tabellen 1 bis 3 und in Abbildung 1 graphisch darzustellen, wobei in den Diagrammen Niederschlag, Sonnenscheindauer und Abfluss durch das Verhältnis der aktuellen Werte zu den langjährigen Mittelwerten, die Temperaturen dagegen durch ihre Abweichung von den Mittelwerten charakterisiert sind. Die Werte sind für Monate, Winter, Sommer und Jahr aufgezeichnet. Die sieben Monate Oktober bis April sind dem Winter, die fünf Monate Mai bis September dem Sommer zugeordnet. Die positiven Temperatursummen in Tabelle 1 sind der Publikation von A. Lemans "Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten, 58. Bericht" entnommen. Die Daten über die Schneedecke in Tabelle 4 verdanken wir teils dem Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos-Weissfluhjoch (SLF), teils den Messungen der VAW, ETH Zürich. Den Kurzbericht über "Schnee und Lawinen im Winter 1970/71" hat M. Schild (SLF) verfasst; ausführliche Darstellungen sind im Jahrbuch des SLF zu finden. Allen diesen Institutionen und ihren Mitarbeitern sei für ihre Hilfe gedankt.

a. Der Winter (1. Oktober bis 30. April)

Mit den Schneefällen, die dem Wetterumsturz vom 30. September folgten, ging auf den Gletschern die Ablationsperiode 1970 zu Ende. Von den unvergletscherten hochgelegenen Versuchsfeldern wurde Weissfluhjoch (2540 m ü. M.) am 1. Oktober dauernd eingeschneit. Am Säntis (2350 m ü. M.) und auf Gütsch ob Andermatt (2290 m ü. M.) schmolz der in den ersten vier Tagen des Monats Oktober abgelagerte Schnee nochmals weg; doch am 20. Oktober begann auch in diesen beiden Stationen der Aufbau der permanenten Winterschneedecke. Die Niederschlagssummen im Oktober und im November wichen in den meisten Gebieten nur wenig von den Normalwerten ab; wesentlich übertroffen wurden diese nur im Oktober im östlichen Teil der Alpen nördlich vom Engadin und im November im Engadin. In den Hochwintermonaten Dezember bis Februar waren die Niederschläge nur auf der Alpensüdseite im Januar wesentlich grösser als der langjährige Durchschnitt. Das Wallis war in jedem dieser drei Monate deutlich zu trocken, das Berner Oberland und die Zentralschweiz im Dezember und im Januar, die Nordostschweiz und Mittelbünden im Januar. Im überall zu kalten Monat März wurde im Wallis ein Teil des Niederschlagsmankos durch grosse Schneefälle kompensiert. Auch die Niederschläge auf der Alpensüdseite und im Engadin waren wesentlich grösser als die Normalwerte. Im Berner Oberland und in der Zentralschweiz dagegen entsprachen die März-niederschläge ungefähr den langjährigen Mittelwerten, während die Ostschweiz und Mittelbünden sogar deutlich zu trocken waren. Der auf der Alpensüdseite und im Engadin leicht und in den übrigen Gebieten kräftig zu warme Monat April war überall sehr niederschlagsarm, mit Ausnahme der Alpen-

südseite, wo die Normalwerte nahezu erreicht wurden. Die Niederschlagssumme des ganzen Winters von Oktober bis April war etwas überdurchschnittlich auf der Alpensüdseite und im Engadin, zu gering dagegen in allen übrigen Gebieten.

b. Der Sommer (1. Mai bis 30. September)

Dem nur im Wallis deutlich zu nassen Monat Mai folgte überall ein niederschlagsreicher und sehr kalter Juni, in welchem die Wasserführung aller Gletscherbäche relativ gering war. Der Juli war dafür überall viel zu trocken, reich an Sonnenschein und etwas zu warm. Im August bewirkten die zu hohen Temperaturen bei gebietsweise unterschiedlichen Niederschlagsverhältnissen eine beträchtliche Ablation und damit überdurchschnittliche Abflussmengen der Gletscherbäche. Im sonnigen und allgemein zu trockenen September war die Wasserführung infolge etwas zu tiefer Temperaturen verhältnismässig klein. Die Sommerperiode von Mai bis September brachte dem Wallis einen bescheidenen Niederschlagsüberschuss, während alle anderen Gebiete etwas zu trocken waren. Die Sommertemperaturen waren etwas zu tief auf der Alpensüdseite und im Engadin, normal im Berner Oberland und im Wallis und etwas zu hoch in den übrigen Gebieten.

c. Das Haushaltsjahr (1. Oktober bis 30. September)

Die Jahresniederschlagssummen waren im Engadin normal, im Berner Oberland, im Wallis und im Tessin etwas zu gering, in der Zentral- und Ostschweiz sowie in Mittelbünden sogar viel zu klein. Zusammen mit den bereits erwähnten Sommertemperaturen ist ein Massenverlust der Haushaltsgletscher zu erwarten gewesen, wenn auch nicht in dem Ausmass, wie die Werte von Tabelle 10 zeigen. Die in Tabelle 6 ausgewiesene grosse Anzahl von zurückgegangenen Gletscherenden weist allerdings auf eine beträchtliche Ablation an den Gletscherzungen hin, welche zusammen mit der in manchen Firngebieten ungenügenden Ernährung zu wesentlichen Massenverlusten der betroffenen Gletscher führen musste. Im weiteren wirkten sich zweifellos auch die Saharastaubfälle vom März, die mancherorts die Schneeoberfläche gelb verfärbten, schmelzverstärkend aus. Abschliessend sei darauf hingewiesen, dass die Ablationsperiode des Sommers 1971 über den 30. September, das Ende unseres Berichtsjahrs, hinaus andauerte.

Tabelle 1 ¹⁾ . Summe der positiven Tagesmittel der Temperaturen = $\Sigma +^{\circ}\text{C}$ Mai bis September

Station	Meereshöhe	Mai/Sept. 1969	Mai/Sept. 1970	Mai/Sept. 1971
	Meter	$\Sigma +^{\circ}\text{C}$	$\Sigma +^{\circ}\text{C}$	$\Sigma +^{\circ}\text{C}$
a) Messstationen				
Gütsch	2287	837	849	888
Säntis 2)	2500	694	649	659
Weissfluhjoch	2667	611	599	632
Jungfrauoch (Sphinx)	3578	94	78	99
Payerne (700 mb) 3)	3100	293	322	280
München (700 mb) 3)	3100	270	231	254
Mailand (700 mb) 3)	3100	338	406	384
b) Extrapolationen für Firngebiete				
Clariden 4)	2700	530	544	565
Clariden 4)	2900	399	411	424
Silvretta 5)	2750	553	546	575
Jungfraufrn (P ₃) 6)	3350	173	155	166

- 1) Auszug aus A. Lemans, "Der Firnzuwachs 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten", 58. Bericht, Zürich 1971.
- 2) Durch A. Lemans korrigierte, mit der Messreihe vor 1960 vergleichbare Werte.
- 3) Temperaturmessungen in der freien Atmosphäre (Niveau 700 mb = etwa 3100 m ü. M.) nach Radiosondierungen (Mittel aus 1-h- und 13-h-Aufstieg, berechnet von G. Gensler).
- 4) Werte reduziert nach Gütsch .
- 5) Werte reduziert nach Weissfluhjoch.
- 6) Werte reduziert nach Jungfrauoch-Sphinx.

Abbildung 1

NIEDERSCHLAG, TEMPERATUR, SONNENSCHINDAUER UND ABFLUSS
1970/71

Werte der Monate, der Jahreszeiten und des Jahres 1970/71,
bezogen auf die Mittelwerte der Periode 1931 ÷ 1960 [für Ausnahmen siehe 1)]
10, ..., 9 Monate Oktober 1970 bis September 1971

W = Winter = Oktober bis April
S = Sommer = Mai bis September
J = Jahr = Oktober bis September

1) Ausnahmen:

Nr.	Station	Temperatur	Sonnenscheindauer	Abfluss
2	Jungfrauoch	1938/39 ÷ 63/64	1931/32 ÷ 60/61	—
4	Sion	—	1941/42 ÷ 63/64	—
6	Testa Grigia	1952/53 ÷ 63/64	—	—
10	Locarno - Monti	1935/36 ÷ 63/64	1931/32 ÷ 60/61	—
11	St.Gallen	—	1956/57 ÷ 63/64	—
51	Massa / Massaboden	—	—	1931/32 ÷ 60/61
55	Hinterrhein / Hinterrhein	—	—	1945/46 ÷ 63/64

Meteorologische Daten •

Niederschlag $\frac{\Delta N}{\bar{N}} = \frac{\text{Abweichung vom Mittelwert}}{\text{Mittelwert}}$
 Temperatur $\Delta T = \text{Abweichung vom Mittelwert in } ^\circ\text{C}$
 Sonnenscheindauer $\frac{\Delta S}{\bar{S}} = \frac{\text{Abweichung vom Mittelwert}}{\text{Mittelwert}}$

Meteorologische Stationen:

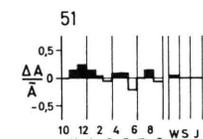
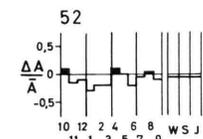
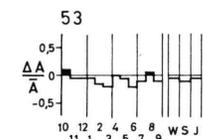
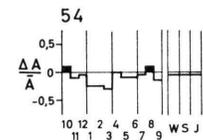
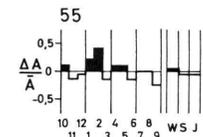
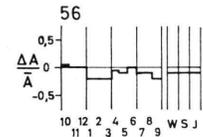
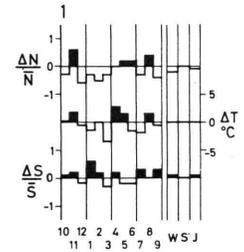
Nr.	Station	m.ü.M.	Nr.	Station	m.ü.M.
1	Bern	572	9	Airolo	1167
2	Jungfrauoch	3576	10	Locarno - Monti	379
3	Montreux	408	11	St.Gallen	664
4	Sion	549	12	Säntis	2500
5	Zermatt	1610	13	Chur	586
6	Testa Grigia	3488	14	Davos	1561
7	Zürich MZA	569	15	Bever	1712
8	Engelberg	1018	16	Brusio	840
			17	Grand - St - Bernard	2479

Abflussmengen ♀

Abflussmenge $\frac{\Delta A}{\bar{A}} = \frac{\text{Abweichung vom Mittelwert}}{\text{Mittelwert}}$

Abfluss - Stationen:

Nr.	FLUSS / Station	m.ü.M.	Einzugsgebiet		
			Ganze Fläche F in km ²	Mittlere Höhe m.ü.M.	Vergletschertes Gebiet in % von F
51	MASSA / Blatten bei Naters	687	195	2945	66.6
52	VISPA / Visp	650	778	2660	33.1
53	RHONE / Porte du Scex	374	5220	2130	16.2
54	LÜTSCHINE / Gsteig	582	379	2050	19.5
55	HINTERRHEIN / Hinterrhein	1581	55	2390	21.6
56	RHEIN / Rheinfelden	258	34550	1085	1.6



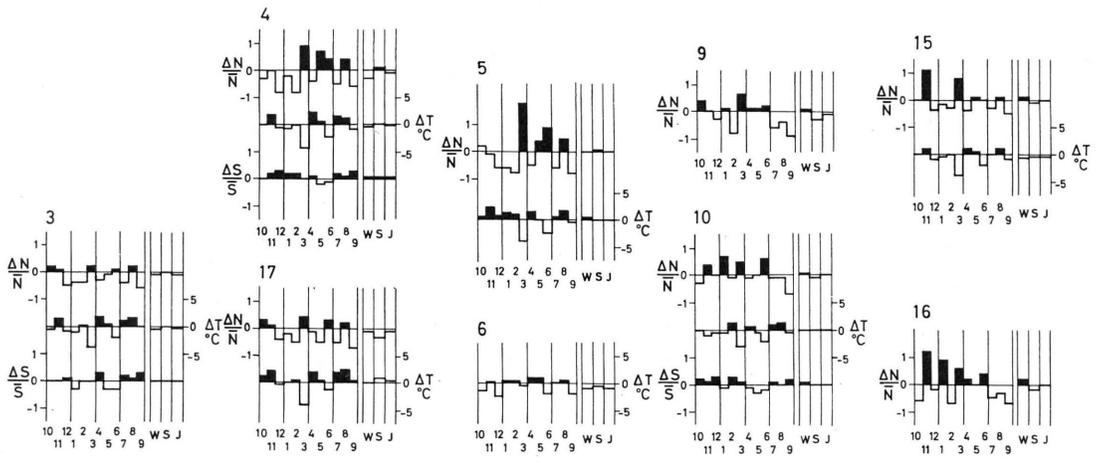
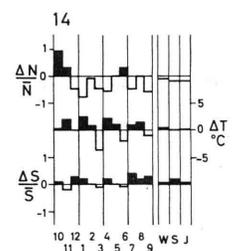
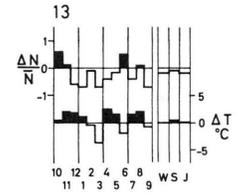
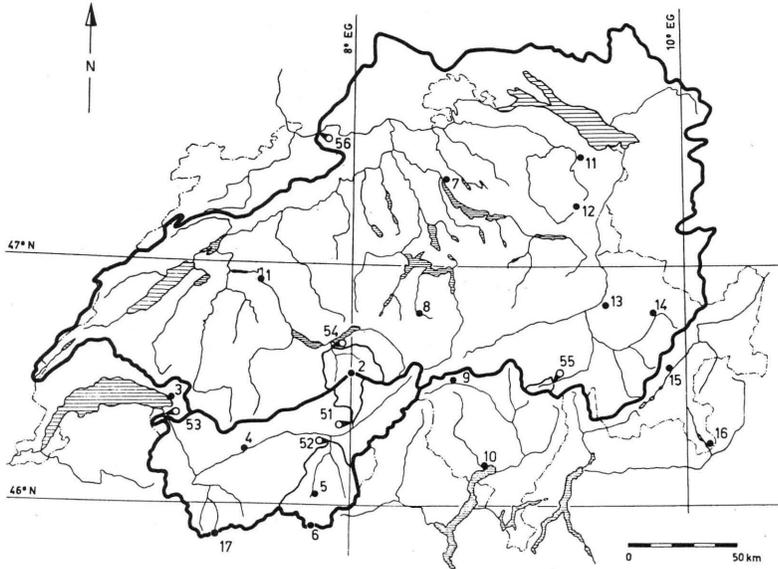
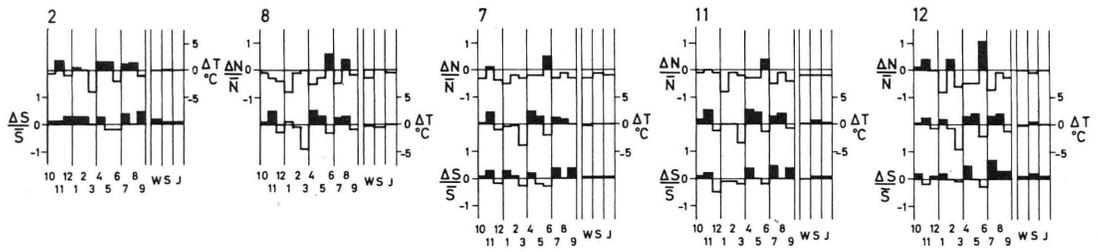


Tableau 2. Précipitations, Ecoulement, Températures, Somme des Températures journalières positives et Durée d'insolation. Valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles.

Tabelle 2. Niederschlag, Abfluss, Temperatur, Summe der positiven Tagestemperaturen und Sonnenscheindauer. Zahlenangaben für Monate, Winter, Sommer und Jahr.

Valeurs en 1970/71

-

Werte für 1970/71

	Station	Mois - Monate												Hiver	Eté	Année	
		Nr. . Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Winter	Sommer	Jahr
														10-4	5-9	10-9	
Précipi- tations en mm	1 Bern	53	110	23	43	28	41	65	110	145	85	167	58	363	565	928	
	3 Montreux-Clarens	100	164	38	45	46	82	51	91	148	79	174	42	526	534	1060	
	4 Sion	32	61	9	46	15	66	19	66	76	25	96	19	248	282	530	
	5 Zermatt	70	53	20	19	11	148	26	85	135	22	98	14	347	354	701	
	7 Zürich MZA	57	81	40	34	57	45	66	84	202	94	123	80	380	583	963	
	8 Engelberg	113	78	55	17	98	100	53	91	285	100	233	113	514	822	1336	
	9 Airolo	235	164	69	96	19	157	139	191	184	61	121	23	879	580	1459	
	10 Locarno-Monti	114	204	89	96	59	144	137	220	317	185	214	52	843	988	1831	
	Nieder- schlag in mm	11 St. Gallen	80	78	59	20	93	61	61	93	228	85	132	69	452	607	1059
12 Säntis		374	266	175	48	253	60	90	101	531	95	245	149	1266	1121	2387	
13 Chur		101	68	22	16	50	16	28	57	139	62	115	21	301	394	695	
14 Davos-Platz		132	88	33	17	67	30	23	81	156	76	125	33	390	471	861	
15 Bever		69	133	27	32	31	75	27	82	93	72	120	45	294	412	806	
16 Brusio		33	166	40	67	14	79	70	93	153	57	77	31	469	411	880	
17 Grand-St. -Bernard		241	223	105	166	94	225	157	91	219	58	179	46	1211	593	1804	
Indice d'Ecoule- ment en mm		51 Massa/Blatten, Naters	94	20	10	5	3	4	23	121	220	574	743	318	159	1976	2135
	52 Vispa / Visp	60	18	14	8	9	10	28	70	111	244	188	119	147	732	879	
	53 Rhône/Porte du Scex	69	35	27	20	18	20	48	95	121	184	212	97	237	709	946	
	54 Lütschine/Gsteig	93	42	28	14	11	16	93	153	226	276	318	107	297	1080	1377	
	Abflusshöhe in mm	55 Hinterrhein/Hinterrhein	120	38	28	28	25	19	78	265	297	381	365	115	336	1423	1759
		56 Rhein/Rheinfelden	77	62	55	34	31	35	60	66	105	86	79	49	354	385	739

Tableau 2. Continuation

Tabelle 2. Fortsetzung

	Station Nr. Nom - Name	Mois - Monate												Hiver	Eté	Année	
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Winter	Sommer	Jahr	
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	9-10	
Températures en °C Temperatur in °C	1 Bern	8.8	5.5	-0.4	-2.6	0.5	0.8	11.3	14.2	14.5	16.1	18.7	13.6	3.4	15.4	8.4	
	2 Jungfrauoch	-6.6	-8.4	-14.0	-14.1	-14.7	-16.7	-8.4	-5.1	-5.1	0.2	0.4	-3.4	-11.8	-2.6	-8.0	
	3 Montreux-Clarens	9.8	7.3	1.5	0.0	2.3	2.1	11.6	14.6	15.6	20.5	20.3	14.7	4.9	17.1	10.0	
	4 Sion	10.1	6.6	0.2	-1.1	1.9	2.4	13.1	15.5	16.2	21.4	20.2	15.0	4.7	17.7	10.1	
	5 Zermatt	5.0	1.6	-4.0	-4.7	-3.6	-4.8	4.9	8.0	8.7	13.4	13.6	8.7	-0.8	10.5	3.9	
	6 Testa-Grigia	-5.1	-6.8	-12.0	-11.7	-12.2	-16.7	-7.9	-3.7	-3.2	1.2	1.4	-2.4	-10.3	-1.3	-6.6	
	7 Zürich MZA	8.9	6.0	-0.7	-1.7	-0.1	0.7	10.9	14.2	14.0	18.8	18.1	13.0	3.4	15.6	8.5	
	8 Engelberg	6.6	3.9	-3.6	-2.8	-2.7	-3.1	7.5	11.1	11.0	15.5	15.2	10.2	0.8	12.6	5.7	
	10 Locarno-Monti	11.9	7.8	3.0	1.8	5.4	4.9	12.5	14.8	17.1	21.9	21.4	16.6	6.8	18.4	11.6	
	11 St. Gallen	8.4	5.6	-1.8	-1.8	-0.8	-0.3	9.9	13.7	13.4	18.2	17.8	12.2	2.7	15.1	7.9	
	12 Säntis	-0.2	-3.2	-8.2	-7.8	-9.7	-11.3	-2.7	1.9	1.0	6.8	7.0	2.1	-6.2	3.8	-2.0	
	13 Chur	9.5	6.2	-1.4	0.1	-0.1	1.2	11.5	14.6	14.2	19.1	19.0	13.7	3.9	16.1	9.0	
	14 Davos-Platz	4.0	0.9	-5.1	-4.4	-4.8	-5.4	4.8	8.4	8.6	13.4	13.5	8.0	-1.4	10.4	3.5	
	15 Bever	1.8	-2.0	-9.2	-10.1	-7.8	-7.4	2.2	6.5	7.9	11.9	12.0	7.1	-4.5	9.1	1.1	
	17 Grand-St.-Bernard	1.2	-2.1	-7.8	-8.5	-8.1	-10.3	-1.5	1.7	3.2	9.0	9.4	4.9	-5.3	5.6	-0.7	
	Somme des Températures journalières positives Somme der Tagestempera- turen über 0°C	2 Jungfrauoch	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	43.8	9.1	0.0	98.8	98.8
		4 Sion	314.4	199.2	50.2	37.7	54.2	112.0	393.5	481.8	485.3	675.8	627.0	451.0	1161.2	2720.9	3882.1
5 Zermatt		164.8	65.2	4.9	3.2	3.6	1.5	145.8	247.2	261.7	414.7	422.7	261.8	389.0	1608.1	1997.1	
10 Locarno-Monti		369.8	234.0	104.2	72.1	151.1	153.4	374.8	459.1	514.1	679.3	662.4	499.1	1459.3	2814.0	4273.4	
12 Säntis		66.2	15.2	2.8	0.0	0.0	0.0	11.4	77.9	58.4	213.5	218.9	89.7	95.6	658.4	754.0	
17 Grand-St.-Bernard	87.8	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	67.2	102.3	277.8	292.1	151.0	121.1	890.4	1011.5		
Durée d'insola- tion en heures Sonnenschein- dauer in Stunden	1 Bern	126	70	38	90	106	103	211	162	180	329	225	229	744	1125	1869	
	2 Jungfrauoch	152	112	124	124	131	154	205	127	148	294	205	251	1002	1025	2027	
	3 Montreux-Clarens	114	69	64	42	89	138	210	130	145	276	229	202	726	982	1708	
	4 Sion	174	123	123	122	145	168	224	178	201	323	265	249	1079	1216	2295	
	7 Zürich MZA	118	69	29	59	87	107	213	168	156	328	222	233	628	1107	1789	
	10 Locarno-Monti	184	130	144	114	198	202	178	140	205	308	256	245	1150	1154	2304	
	11 St. Gallen	120	52	20	40	71	95	194	168	139	308	202	212	592	1029	1621	
	12 Säntis	181	98	118	128	119	135	212	160	101	292	214	209	991	976	1967	
	14 Davos-Platz	145	75	106	101	99	129	191	158	147	274	221	210	846	1010	1856	

Tableau 3. Précipitations, Ecoulement, Températures, Somme des Températures journalières positives et Durée d'insolation. Valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles.

Tabelle 3. Niederschlag, Abfluss, Temperatur, Summe der positiven Tagestemperaturen und Sonnenscheindauer. Zahlenangaben für Monate, Winter, Sommer und Jahr.

Déviations standardisées (q) pour 1970/71 - Standardisierte Abweichungen (q) für 1970/71.

$$q = \frac{N - \bar{N}}{s} \quad \text{où: } \begin{array}{l} N = \text{valeur 1970/71} \\ \bar{N} = \text{valeur moyenne} \\ s = \text{écart-type} \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \text{de la période 1930/31-1959/60} \\ \text{(exceptions voir légende fig. 1)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{wobei: } N = \text{Wert für 1970/71} \\ \bar{N} = \text{Mittelwert} \\ s = \text{Streuung} \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \text{der Periode 1930/31 -} \\ \text{1959/60 (Ausnahmen} \\ \text{siehe Legende Abb. 1)} \end{array} \right\}$$

	Station Nr. Nom - Name	Mois - Monate												Hiver	Eté	Année	
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9	
Précipi- tations en mm Nieder- schlag in mm	1 Bern	-0.4	0.7	-0.9	-0.5	-0.6	-0.4	-0.1	0.5	0.6	-0.6	1.0	-0.9	-0.5	0.1	-0.3	
	3 Montreux-Clarens	0.3	1.3	-0.9	-1.0	-0.5	0.3	-0.5	-0.1	0.3	-1.0	0.4	-1.4	-0.0	-0.8	-0.5	
	4 Sion	-0.4	0.0	-1.1	-0.4	-0.8	1.1	-0.6	1.4	1.0	-1.2	1.0	-1.1	-0.8	0.5	-0.6	
	5 Zermatt	0.3	-0.2	-0.7	-1.1	-0.9	4.4	-0.8	0.7	1.7	-1.2	0.8	-1.3	-0.0	0.4	0.2	
	7 Zürich MZA	-0.4	0.1	-0.7	-1.3	-0.3	-0.6	-0.4	-0.4	1.3	-0.9	-0.1	-0.5	-1.1	-0.3	-0.8	
	8 Engelberg	-0.1	-0.3	-0.8	-2.7	-0.1	-0.1	-1.6	-1.0	2.3	-1.8	1.4	-0.5	-1.5	0.1	-1.1	
	9 Airolo	0.6	-0.1	-0.4	0.1	-0.9	0.8	0.2	0.2	0.4	-1.0	-0.6	-1.3	0.2	-1.1	-0.6	
	10 Locarno-Monti	-0.5	0.4	-0.0	0.7	-0.1	0.6	-0.2	0.0	1.0	-0.2	-0.1	-1.1	0.2	-0.2	0.0	
	11 St. Gallen	-0.2	-0.0	-0.3	-2.5	0.2	-0.4	-0.8	-0.8	1.3	-1.4	-0.3	-1.1	-1.0	-0.9	-1.2	
	12 Säntis	1.3	0.4	0.0	-2.0	0.7	-1.3	-0.9	-0.8	3.4	-2.0	-0.3	-0.6	0.0	-0.4	-0.2	
	13 Chur	0.9	0.1	-0.6	-1.4	-0.1	-1.1	-0.8	-0.4	1.2	-0.9	0.2	-1.3	-0.7	-0.7	-1.0	
	14 Davos-Platz	1.3	0.4	-0.6	-1.3	-0.1	-0.7	-1.1	0.1	0.8	-1.9	-0.2	-1.5	-0.5	-1.0	-1.1	
	15 Bever	0.0	1.6	-0.5	-0.3	-0.3	1.2	-0.7	0.3	0.0	-0.9	0.3	-0.7	0.4	-0.5	-0.0	
	16 Brusio	-0.8	1.5	-0.3	0.9	-0.7	0.7	0.3	-0.0	1.0	-1.4	-0.8	-1.2	0.5	-1.1	-0.3	
	17 Grand-St-Bernard	0.6	0.2	-0.8	-0.4	-0.8	0.7	-0.3	-1.1	0.7	-1.3	0.5	-1.5	-0.2	-1.6	-0.8	
	Indice d'Ecoule- ment mm Abfluss- höhe mm	51 Massa/Blatten b. Naters	0.1	1.0	1.9	1.0	0.2	-0.1	0.6	0.5	-1.4	-0.1	1.4	-0.3	0.6	-0.0	0.0
		52 Vispa/Visp	1.0	-1.2	-1.3	-2.7	-1.6	-1.5	0.6	0.0	-1.6	-0.6	-1.8	-0.7	-0.4	-1.9	-1.9
53 Rhone/Porte du Scex		0.7	-0.4	-0.4	-0.8	-0.9	-1.5	-0.0	-0.3	-1.7	-1.0	1.3	-1.1	-0.5	-1.3	-1.1	
54 Lütschine/Gsteig		0.4	-0.4	-0.2	-0.8	-1.1	-1.8	0.1	-0.6	-0.8	-0.8	1.3	-1.8	-0.5	-0.7	-0.8	
55 Hinterrhein/Hinterrhein		0.3	-0.5	-0.3	1.2	2.2	-0.0	0.4	0.4	-1.4	-0.4	-0.1	-1.4	0.3	-0.9	-0.9	
56 Rhein/Rheinfelden		0.4	-0.0	0.0	-1.0	-1.1	-1.7	-0.8	-1.4	-0.4	-1.1	-0.7	-1.3	-0.7	-1.3	-1.1	

Tableau 3. Continuation.

Tabelle 3. Fortsetzung.

	Station	Mois - Monate												Hiver	Eté	Année	
		Nr. Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9
Températures en °C	1 Bern	0.3	1.3	-0.3	-0.6	0.0	-1.8	1.7	0.9	-1.1	-1.1	1.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.3	
	2 Jungfrauoch	-0.3	0.8	-0.5	0.2	-0.0	-1.6	0.9	1.0	-1.7	0.8	1.2	-0.6	-0.3	0.2	-0.1	
	3 Montreux-Clarens	-0.5	1.2	-0.4	-0.6	0.1	-2.2	1.1	0.3	-1.5	0.6	1.1	-0.7	-0.7	-0.1	-0.5	
	4 Sion	0.0	1.2	-0.4	-0.4	0.1	-2.1	1.4	0.3	-1.7	1.1	1.0	-0.5	-0.3	0.1	-0.3	
	5 Zermatt	0.4	1.5	0.4	0.7	0.4	-2.3	1.0	0.1	-2.2	0.5	1.8	-0.2	0.6	0.0	0.4	
	6 Testa-Grigia	-0.7	0.1	-0.8	0.3	0.2	-3.0	0.6	0.7	-1.9	0.2	0.4	-1.5	-1.0	-0.7	-1.0	
	7 Zürich MZA	0.3	1.8	-0.5	-0.3	-0.1	-1.8	1.3	0.8	-1.5	0.8	0.8	-0.6	-0.2	0.2	0.0	
	8 Engelberg	0.3	1.4	-0.7	0.2	-0.2	-2.2	1.4	0.8	-1.3	0.9	1.2	-0.6	-0.2	0.4	-0.1	
Temperatur in °C	10 Locarno-Monti	0.0	1.0	-0.3	-0.3	0.6	-1.5	0.5	-0.3	-1.7	0.6	1.1	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	
	11 St. Gallen	0.7	1.7	-0.5	0.0	-0.0	-1.5	1.6	1.4	-1.0	1.3	1.6	-0.5	0.3	1.1	0.6	
	12 Säntis	0.2	0.7	-0.3	0.5	-0.3	-2.0	0.8	1.1	-1.5	1.0	1.2	-0.7	-0.3	0.4	0.0	
	13 Chur	0.2	1.5	-0.7	0.4	-0.2	-1.7	1.6	0.9	-1.4	1.1	1.5	-0.4	-0.0	0.6	0.3	
	14 Davos-Platz	0.2	1.3	0.0	1.1	0.3	-1.8	1.4	0.6	-1.5	0.7	1.3	-0.6	0.7	0.1	0.6	
	15 Bever	-0.8	0.6	-0.6	-0.3	-0.1	-2.2	0.6	0.1	-1.6	-0.1	0.9	-0.6	-0.9	-0.5	-1.3	
	17 Grand-St.-Bernard	0.9	1.2	-0.2	0.0	0.2	-2.0	1.0	0.7	-0.8	1.2	1.8	0.2	0.2	0.9	0.8	
	Somme des Températures jour- nalières positives	2 Jungfrauoch	-0.5	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.7	-1.1	1.0	1.4	-0.1	-0.5	0.9	0.8
		4 Sion	-0.2	0.7	-0.5	-0.3	-1.3	-1.7	-1.3	0.1	-2.0	0.9	0.8	-0.6	-1.0	-0.1	-0.8
5 Zermatt		0.1	1.3	-0.2	0.1	-0.7	-1.5	0.6	-0.3	-2.6	-0.1	1.3	-0.6	0.1	-1.0	-0.7	
Summe der Tages- temperaturen über 0 °C		10 Locarno-Monti	-0.0	0.9	-0.3	-0.4	-1.4	-1.6	0.5	-0.3	-1.7	0.6	1.1	-0.4	-1.3	-0.2	-1.1
	12 Säntis	-1.1	0.5	0.8	-0.5	0.0	-0.1	0.5	0.6	-1.1	-0.6	0.8	-0.3	-0.5	-0.2	-0.4	
	17 Grand-St.-Bernard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Durée d'insolation en heures	1 Bern	0.3	0.5	-0.4	1.6	0.5	-1.0	1.0	-0.9	-1.0	1.8	-0.0	1.8	0.6	0.5	0.7	
	2 Jungfrauoch	0.3	0.5	1.0	1.1	0.7	0.0	1.6	-1.1	-0.7	2.0	0.1	2.6	1.7	1.4	2.2	
	3 Montreux-Clarens	-0.2	0.0	0.3	-1.2	-0.1	-0.1	1.3	-1.5	-1.4	1.3	0.7	1.5	0.3	0.1	0.3	
	4 Sion	0.1	0.6	1.0	0.8	0.7	-0.1	0.9	-1.5	-0.8	1.7	0.7	2.1	1.4	0.7	1.4	
	Sonnenscheindauer in Stunden	7 Zürich MZA	0.3	1.0	-0.5	0.9	0.2	-0.9	1.0	-0.9	-1.5	1.8	0.1	1.8	0.5	0.5	0.7
		10 Locarno-Monti	0.6	0.3	1.0	-0.6	1.2	0.2	-0.6	-1.7	-1.1	0.8	-0.2	1.3	0.6	-0.7	0.1
		11 St. Gallen	0.5	0.3	-1.3	-0.2	-0.3	-0.5	1.7	0.0	-1.7	2.6	0.3	1.3	0.3	1.2	1.1
		12 Säntis	-0.5	-0.6	0.2	0.8	0.1	-0.4	1.7	-0.1	-1.2	2.7	1.4	1.3	0.7	1.6	1.3
14 Davos-Platz	0.4	-0.7	1.1	0.9	0.0	-0.5	1.1	-0.2	-0.5	2.1	1.4	1.7	0.7	1.7	1.5		

2. SCHNEE UND LAWINEN IM WINTER 1970/71 ¹⁾

Einem mässig schneereichen Frühwinter folgte ein für den grössten Teil unseres Alpengebietes ausserordentlich schneearmer Hoch- und Spätwinter. In der 21jährigen Beobachtungsperiode gab es auf der Alpennordseite einschliesslich Wallis, Nord- und Mittelbünden nur 1 bis 4 Winter mit noch geringeren Schneemengen. Einzig im Tessin hatte die weisse Hülle eine überdurchschnittliche Dicke.

Diesen Schneeverhältnissen entsprechend traten nur vereinzelt grössere, spontan losgebrochene Lawinen auf. Sachschadenfälle wurden nur wenige festgestellt; sie betrafen vor allem Kommunikationen und konzentrierten sich auf die Schneefälle um den 21. März.

Leider bestätigte der Berichtswinter das alte Paradoxon, dass ein schneearmer Winter reich an Touristenunfällen ist. Die Ursachen sind bekannt: Geringe Schneemengen mit einem unbedeutenden Eigengewicht vermögen sich nur geringfügig zu setzen und zu verfestigen. Sie sind ausserdem einer intensiveren Umwandlung in kohäsionsarme Schichten ausgesetzt als grössere Schneemengen. Ein solcher Schneedeckenaufbau bleibt meist bis zum Frühjahr unstabil und einer grösseren Belastung nicht gewachsen. Durch diese perfiden objektiven Verhältnisse getäuscht und sich in Sicherheit wähnend, begibt sich der Skitourist oft in Gefahrenzonen, wo er die Schneedecke durch seine Belastung, einen Sturz oder Schwung zum Bruch veranlasst.

Im Winter 1970/71 sind aus unserem Alpengebiet neben zahlreichen glücklich verlaufenen Ereignissen dieser Art nicht weniger als 35 Fälle bekanntgeworden, bei denen 87 Personen erfasst und ganz oder teilweise verschüttet wurden. Aus den Unfallberichten muss geschlossen werden, dass sämtliche dieser Unfall-Lawinen subjektiv ausgelöst worden sind. Dank der oft geringen Schneemengen konnten viele der Gefährdeten durch Selbst- oder Kameradenhilfe, viel Glück oder durch Suchmannschaften gerettet werden. Allerdings erlitten 35 Personen Verletzungen, und die Zahl der tödlich Verunfallten war mit 33 Opfern erschreckend gross. Von diesen 33 Lawinentoten (langjähriges Mittel 25) waren nicht weniger als 29 Skifahrer oder Bergsteiger (Mittel 13).

Als besonders gravierend muss die Tatsache erscheinen, dass sich nicht weniger als 8 der tödlich verlaufenen Unfälle mit 11 Todesopfern auf geführten Touren bzw. in organisierten Lagern ereignet haben; die Lawinenausbildung der Leiter von Wintertouren erweist sich heute als keineswegs genügend und dürfte in Zukunft die besondere Aufmerksamkeit der zuständigen Organisationen erfordern. Doch nicht nur geführte, ihrem Leiter vertrauende Touristen sind dem weissen Tod zum Opfer gefallen; auch einige jener Liebhaber der winterlichen Gefilde, die in festem Vertrauen auf ihre eigenen Fähigkeiten allein ausgezogen sind, haben den besonderen Verhältnissen Tribut zollen müssen: nicht weniger als 6 Alleingänger sind von Lawinen überrascht worden. 3 konnten nur noch tot aufgefunden werden; die 3 übrigen, mehr oder weniger zufällig aufgefunden, erlitten zum Teil schwere Verletzungen.

¹⁾ verfasst von M. Schild, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos-Weissfluhjoch.

Die meisten Rettungserfolge gelangen durch Kameradenhilfe beim Absuchen, Abhören und bei der Grobsondierung mit den Skistöcken; doch hatten auch die organisierten Suchaktionen mit der Sondierstange und dem Lawinenhund Rettungserfolge zu verzeichnen. Die Toten wurden zur Hauptsache durch Lawinenhunde (15), durch Sondieren (11) oder auf Grund eines sichtbaren Gegenstandes (6) aufgefunden. Neue technische Suchmittel, die sich teilweise als ungeeignet erwiesen haben oder sich noch im Prüfungsstadium befinden, kamen nirgends zum Einsatz. Die Schweizerische Rettungsflugwacht wurde in 22 Fällen zur Hilfe beigezogen.

Tabelle 4. Daten über die Schneedecke im Winter 1970/71

- Kolonne 1 Datum des Beginns der permanenten Schneedecke .
 2 Letzter Tag mit Schnee der permanenten Schneedecke .
 3 Dauer der permanenten Schneedecke in Tagen.
 4 Schneehöhenmaximum in Zentimetern.
 5 Tag des Schneehöhenmaximums.
 6 Wasserwert der Schneedecke, gemessener Maximalwert in Millimetern.
 7 Tag der Profilaufnahme bzw. der Bestimmung des Wasserwertes.

Station	Meeres- höhe m	1	2	3	4	5	6	7
Weissfluhjoch	2540	1. 10.	9. 7.	281	214	12. 3.	690	1. 4.
Davos-Platz	1560	21. 10.	14. 4.	175	94	12. 3.	192	15. 3.
Klosters	1200	21. 10.	12. 4.	173	130	1. 3.	273	15. 3.
Berninahäuser	2050	13. 11.	29. 4.	167	190	22. 3.	-	-
Pontresina	1840	13. 11.	15. 4.	153	100	22. 3.	-	-
Maloja	1820	14. 11.	9. 5.	176	221	21. 3.	584	1. 4.
Barberine	1820	13. 11.	7. 5.	175	190	27. 3.	410	1. 4.
Saas-Fee	1775	13. 11.	16. 4.	154	114	22. 3.	182	1. 4.
Zermatt	1600	20. 11.	20. 4.	151	92	22. 3.	187	1. 4.
Bourg-St.-Pierre	1650	17. 2.	13. 4.	55	94	22. 3.	94	1. 4.
Grimsel	1970	20. 10.	16. 5.	208	250	28. 3.	-	-
Grindelwald-Bort	1570	20. 1.	15. 4.	85	95	24. 2. + 28. 3.	234	3. 4.
Trübsee	1800	9. 11.	12. 5.	184	190	28. 3.	595	2. 4.
Andermatt	1440	20. 10.	19. 4.	181	118	12. 3.	330	15. 3.

3. GLETSCHERBEOBACHTUNGEN

3.1. Tätigkeit und besondere Ereignisse

Mit langen Schönwetterperioden im Sommer und Herbst und entsprechend starker Ausaperung der Gletscher brachte das Berichtsjahr ausserordentlich günstige Verhältnisse für Gletscheraufnahmen aus der Luft. Ein Verzeichnis dieser Aufnahmen ist in Tabelle 5 zu finden. Über die Lage der wichtigsten aufgenommenen Gletscher orientiert Abbildung 2, in der auch das Beobachtungsnetz der Gletscherkommission für die Zungenmessungen am Boden, sowie alle übrigen, im vorliegenden Bericht erwähnten Gletscher eingezeichnet sind. Dank grosszügiger Unterstützung durch die Eidgenössische Landestopographie (L+T) konnte eine beträchtliche Anzahl von Vermessungsflügen durchgeführt werden. Davon machten die jährlich wiederholten Flüge über den im 90. und 91. Bericht angeführten 3 wichtigen, 10 steilen und 5 schwierig zu messenden Gletschern sowie dem Prapio etwa den dritten Teil aus. Bei zwei Gletschern, Bella Tola und Scaletta, machten ungünstige Schneeeverhältnisse im Zeitpunkt der vorjährigen Aufnahme eine Wiederholung notwendig. In Verbindung mit den für die periodische Revision der Landeskarte durchgeführten Flügen konnten rund drei Dutzend Gletscher erfasst werden, darunter 18, deren Zunge bei den jährlichen Erhebungen über die Längenänderung regelmässig kontrolliert wird, nämlich Ried, Turtmann, Brunegg, Grand Désert, Mont Fort, Saleina, Trient, Glärnisch und, mit Ausnahme des Tiatscha, alle Netzgletscher im Einzugsgebiet des Inn und der Adda. Die in etwa gleicher Zahl erfassten nicht regelmässig kontrollierten Gletscher verteilen sich vor allem auf das Unterwallis (Val Ferret - Schweizer Mont Blanc - Emosson - Dents du Midi) und Südbünden (Val Bever - Bergell). Alle diese Flüge wurden von der L+T ausgeführt. Im Zusammenhang mit besonderen Untersuchungen der AHG über das Problem der "gefährlichen Gletscher" sind, wie im Vorjahr, durch die L+T vom Pierredar, durch die Eidgenössische Vermessungsdirektion (V+D) vom Allalin, Giétro, Tournelon Blanc (Hängegletscher an der Nordostflanke), Otemma und Gamchi Senkrechtaufnahmen erstellt worden, die in den Vermessungsbüros J. & P. Vetterli in Freiburg und Genf (Pierredar) und H. Leupin in Bern (Giétro, Tournelon Blanc, Gamchi) und am Geodätischen Institut der ETH in Zürich (Allalin) im Stereoautographen ausgewertet wurden. Wie seit bald 50 Jahren führte das Vermessungsbüro A. Flotron in Meiringen für die Kraftwerke Oberhasli AG das umfassende Messprogramm an den beiden Aaregletschern durch und besorgte auch die photogrammetrische Auswertung der von der V+D aufgenommenen Luftbilder. Nach den Flügen der L+T vom 10. August 1971 und der V+D vom 24. August 1960 und 15. September 1956 ist unter der Leitung von G. Petrie durch Diplomanden des Geographischen Departements der Universität Glasgow das Zungengebiet des Trientgletschers kartographisch dargestellt worden. Die dafür notwendige Signalisierung und Passpunktbestimmung im Gelände wurde von der gleichen Gruppe im Juli 1971 im Rahmen eines Vermessungskurses ausgeführt. Auf gleiche Weise hatten 1968 ebenfalls Diplomanden des genannten Instituts unter dem gleichen Leiter die Zungen von Otemma und Breney kartiert.

Mit den im August auf dem Ewigschneefeld im Aletschgebiet durchgeführten seismischen Tie-

fenlotungen ist ein zu wiederholten Malen verschobenes Projekt zur Ausführung gelangt. Die vorläufige Auswertung hat die aus dem Eisdurchfluss geschätzte Eisdicke von gut 300 Metern bestätigt. Versuche zur Tiefenlotung mit Radiowellen, die im Frühling und Sommer durch eine Forschergruppe aus Cambridge (England) auf dem Aletsch- und dem Griesgletscher (Nufenen) durchgeführt wurden, zeigten eindeutig, dass die in den Polargebieten mit grossem Erfolg angewandte Methode mit kurzen Wellen für temperierte Gletscher ungeeignet ist.

Um die meteorologischen Verhältnisse im unteren Teil des Aletschgletschers zu erfassen, ist im August 1970 auf der Moosfluh in 2170 Metern Meereshöhe eine kleine Messstation mit konventioneller Temperatur- und Feuchteregistrierung in Betrieb genommen worden. Im Berichtsjahr wurde sie ergänzt durch eine registrierende Niederschlagswaage, im darauffolgenden Frühjahr durch registrierende Wind- und Strahlungsmessgeräte. Mit dem Einbau einer Digitalregistrieranlage mit Lochstreifen ist sie schliesslich im Sommer 1972 zu einer vollautomatischen Klimastation ausgebaut worden, die in Abständen von vier Wochen gewartet werden muss.

Der von der Zunge des Grubengletschers ob Saas Balen aufgestaute Randsee, dessen jüngste Ausbrüche wir im 89. und 91. Bericht beschrieben bzw. erwähnt haben, hat sich im Frühsommer des Berichtsjahrs programmgemäss durch den im vorangehenden Winter ins Eis vorgetriebenen Entlastungsstollen entwässert, als während der Schneeschmelze der Seespiegel die Normalkote (2853,6 m) überstieg. Nachdem wenige Tage später der Abfluss spontan wieder durch das natürliche subglaziale Gerinne erfolgte, blieb der Wasserstand normal bis am 22. September. In der Nacht auf den 23. ereignete sich erneut ein Wasserausbruch, wobei sich der Seespiegel um 1,75 Meter unter das Normalniveau absenkte. Das Hochwasser im Fällbach erreichte glücklicherweise kein schädliches Ausmass. Die Arbeiten für eine Sanierung auf lange Sicht, die im Berichtsjahr aufgenommen wurden, sind noch im Gang. Ebenfalls glimpflich abgelaufen ist im August des Berichtsjahrs der Ausbruch einer Wassertasche des Rottalgletschers im Almageller Tal; er hatte, abgesehen von der Verstopfung einer Wasserfassung der Kraftwerke Mattmark AG, keine namhaften Schäden zur Folge.

Erfreulicherweise konnten im Herbst 1971 mit Ausnahme des Martinets, der nur noch alle paar Jahre kontrolliert wird, alle 105 Zungen des Beobachtungsnetzes - in den meisten Fällen bei guten Verhältnissen - besucht oder photographisch festgehalten werden. Zusätzliche Messungen sind, zum Teil bereits seit 1969, an 5 Gletschern vorgenommen worden, nämlich am Mittelaletsch (durch die VAW), Alpetli (Kanderfirn; durch E. Zeller), Ammertens (E. Hodel), Plattalva (VAW), Val Torta und Valleggia (G. Viglezio). Sie sind in der Statistik der Tabelle 6 noch nicht berücksichtigt. In Tabelle 7 sind sie mit der in Abbildung 2 anstelle der Ordnungszahl verwendeten Buchstabenbezeichnung nach ihrer geographischen Lage eingereiht worden. Die Aufnahme weiterer Gletscher wird geprüft.

Als Nachfolger im Amt des im Berichtsjahr in den Ruhestand getretenen Alfred Maag bzw. der im Vorjahr verstorbenen Mitarbeiter Alfred Tscherrig und Bernardo Pohl haben die Herren Rudolf Zimmermann am Findelen, Albert Tscherrig an Turtmann, Brunegg und Bella Tola, Ivo Ceschi am Basodino die Weiterführung langjähriger Messreihen übernommen. Seit dem Hinschied von Andreas

Gasser werden sämtliche Urner Gletscher durch die Herren Karl Oechslin und Joseph Aschwanden vom kantonalen Amt für Lawinenverbauungen und Meliorationen betreut. Die Nachfolge von Emil Fröhlich, der im Berichtsjahr als Kreisförster von Klosters und damit auch als Beobachter des Verstanklagletschers zurückgetreten ist, steht noch offen. Wir möchten den Tätigkeitsbericht nicht be-schliessen, ohne den neuen Beobachtern einen herzlichen Willkommensgruss zu entbieten und allen Mitarbeitern und Institutionen, die an der Durchführung unseres Messprogrammes in irgendeiner Form beteiligt waren, für ihre tatkräftige Unterstützung gebührend Dank abzustatten, insbesondere jenen, die nach langjähriger treuer Mitarbeit in den verdienten Ruhestand traten.

Tabelle 5. Vermessungsflüge im Jahre 1971.

Die nachstehend verzeichneten Flüge wurden von der L+T (Eidg. Landestopographie) und der V+D (Eidg. Vermessungsdirektion) in Verbindung mit Beobachtungen der Gletscherkommission der SNG, mit dem Hydrologischen Dezennium oder im Zusammenhang mit besonderen Aufgaben der VAW/ETHZ ausgeführt.

Nr.	1) Gletscher	Datum	Luftbild Nr.	Fluglinie Nr.	aufge-nommen durch	Koordi-naten 2) km	LK Blatt Nr.
1	Rhone	17. 8.	3624-3627	GIK-1	L+T	672/159	255
			3604-3610	GIK-2	L+T		
5	Aletsch	17. 8.	3630-3642	GIK-1	L+T	644/138	264
			3655-3665	GIK-2	L+T		
			3666-3675	GIK-3	L+T		
Mö	Mönch (Hängegl. S-Flanke)	17. 8.	3643-3647	GIK-7 ³⁾	L+T	643/156	264
10	Schwarzberg	17. 9.	9966-9968	3	V+D	639/ 98	284
			9974-9977	4	V+D		
11	Allalin	10. 8.	8717-8720	1 ⁴⁾	V+D	640/100	284
			8721-8725	2 ⁵⁾	V+D		
		17. 9.	9969-9973	1	V+D		
			9978-9981	2 ⁵⁾	V+D		
		1. 10.	0021-0024	1	V+D		
			0015-0020	2 ⁵⁾	V+D		
		15. 11.	5049-5052	1	V+D		
			5044-5048	2 ⁵⁾	V+D		
13	Fee	} 16. 9.	{ 4668-4674	GIK-5 ⁶⁾	L+T	636/105	284
Hn	Hohbaln			GIK-6 ⁶⁾	L+T	636/107	284
Tr	Trift (Tälli)	10. 9.	4480-4490	GIK-8 ⁷⁾	L+T	643/112	284
Br	Bider	16. 9.	4675-4678	GIK-4	L+T	635/109	284
Bi	Bis	16. 9.	4679-4688	GIK-2 ⁸⁾	L+T	624/106	284
		17. 9.	4800-4808	GIK-1 ⁹⁾	L+T		
Fi	Festi	} 10. 9.	4497-4503	GIK-3 ¹⁰⁾	L+T	630/105	284
Hg	Hohberg					630/107	284
17	Ried	10. 9.	5404-5411	GIK-10	L+T	631/111	274

Nr. ¹⁾	Gletscher	Datum	Luftbild Nr.	Fluglinie Nr.	aufge- nommen durch	Koordi- naten 2) km	LK Blatt Nr.
19	Turtmann	} 17. 9.	4793-4799	GIK-2	L+T	619/112	273
20	Brunegg					620/112	273/274
21	Bella Tola	9. 9.	4472-4476	GIK-1	L+T	616/121	273
31	Grand Désert	} 13. 8.	3421-3430	GIK-1	11)	592/103	283
32	Mont Fort (Tortin)					590/104	283
34	Otemma	10. 8.	8730-8737	1	12)	V+D 597/ 86	283
TB	Tournelon Blanc (Hängegl.	10. 8.	8756-8759	4	13)	V+D 591/ 92	283
37	Giétro	} 10. 8.	8743-8748	2	14)	V+D 594 / 94	283
			8749-8755	3	V+D		
			8760-8769	5	15)	V+D	
42	Saleina	} 13. 8.	3398-3420	GIK-2	16)	572/ 93	282
Or	Orny					570/ 94	282
43	Trient	10. 8.	3301-3318	GIK-1	17)	L+T 568/ 96	282
Fo	Fonds	10. 8.	3337-3346	GIK-2	18)	L+T 559/108	282
PN	Plan Névé (Dts. du Midi)	9. 9.	4464-4471	GIK-3	19)	L+T 562/113	272
47	Scex Rouge	} 9. 9.	4454-4463	GIK-2	20)	583/131	272
48	Prapio					582/130	272
49	Pierredar	} 3. 9.	4429-4433	1	21)	L+T 580/129	272
			4434-4439	2	21)	L+T	
55	Trift (Gadmen)	17. 8.	3611-3619	GIK-4	L+T	670/171	255
56	Rosenlauri	3. 9.	4409-4411	GIK-6	L+T	182/168	254/255
57	Oberer Grindelwald	3. 9.	4412-4419	GIK-2	L+T	649/164	254
58	Unterer Grindelwald	3. 9.	4420-4424	GIK-1	L+T	647/162	254
Hf	Hochfirn (Jungfrau)	17. 8.	3648-3652	GIK-6	22)	L+T 640/154	264
61	Gamchi	} 10. 8.	8905-8907	2	V+D	627/152	264
			8903-8904	3	V+D		
			9390-9396	1	23)		
64	Blümlisalp	3. 9.	4425-4428	GIK-9	24)	L+T 624/151	264
80	Glärnisch	30. 7.	3161-3165	GIK-1	25)	L+T 717/207	286
Sc	Scaletta	17. 8.	3578-3583	GIK-1	26)	L+T 792/175	258
92	Roseg	} 2. 9.	4278-4285	GIK-3	L+T	785/141	268
93	Tschierva					787/142	268
94	Morteratsch	2. 9.	4286-4293	GIK-4	27)	L+T 792/146	268
95	Calderas	} 18. 8.	3694-3702	GIK-4	28)	L+T 774/156	268
			3721-3728	GIK-5	L+T		
PM	Palüd Marscha	18. 8.	3703-3711	GIK-4	29)	L+T 781/157	268

Tabelle 5. Fortsetzung.

Nr. ¹⁾	Gletscher	Datum	Luftbild Nr.	Fluglinie Nr.	aufge- nommen durch	Koordi- naten ²⁾ km	LK Blatt Nr.
97	Sesvenna	17. 8.	3584-3589	GIK-1	L+T	827/178	259
98	Lischana	17. 8.	3590-3596	GIK-1 ³⁰⁾	L+T	822/182	249
99	Cambrena	} 2. 9.	4294-4306	GIK-5 ³¹⁾	L+T	797/142	269
100	Palü						
101	Paradisino	2. 9.	4307-4312	GIK-6 ³²⁾	L+T	805/145	269
102	Forno	2. 9.	4265-4277	GIK-2	L+T	774/134	268
Ab	Albigna	2. 9.	4251-4264	GIK-1 ³³⁾	L+T	770/132	278
104	Basodino	3. 9.	4402-4408	GIK-1 ³⁴⁾	L+T	681/141	265
105	Rossboden	16. 9.	4659-4662	GIK-7 ³⁵⁾	L+T	644/115	264
Ht	Hohletrift	10. 9.	4486-4490	GIK-8 ⁷⁾	L+T	645/112	264

Nachtrag zum Verzeichnis der Luftaufnahmen 1970 (91. Bericht, S. 19/20):

Gr	Gruben (Saastal)	<u>1970</u>					
		7. 7.	4573-4578	1	V+D	641/113	264
			4579-4580	2	V+D		
			4581-4583	3	V+D		
		25. 8.	4863-4869	1	V+D		
			4870-4877	2	V+D		
			4878-4885	3	V+D		
		18. 9.	5271-5277	2	V+D		
			5256-5262	3	V+D		
		24. 9.	5298-5303	2	V+D		
			5305-5312	3	V+D		

Bemerkungen zu den Fussnoten:

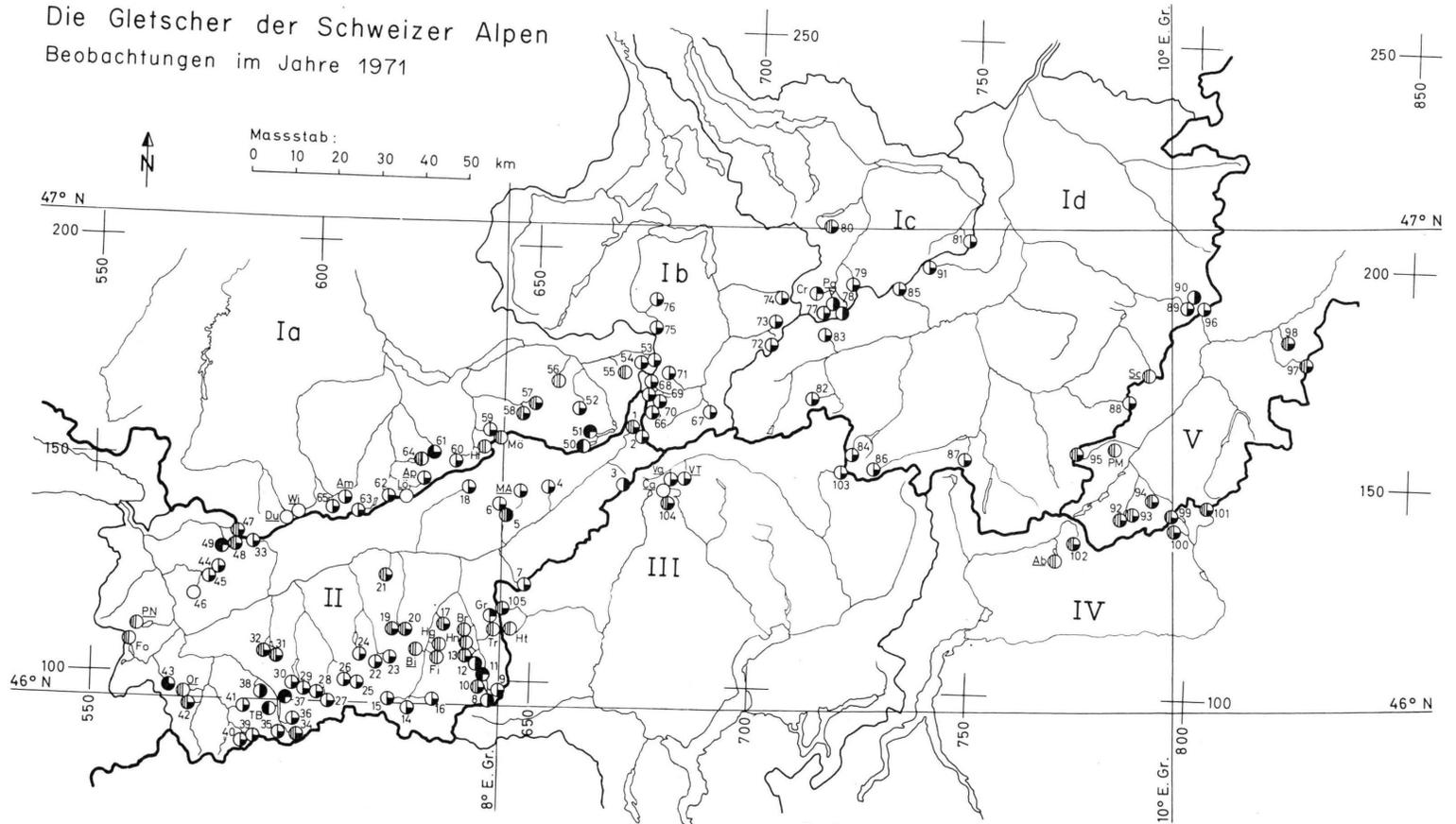
- 1) Nummer des Gletschers im Beobachtungsnetz der Gletscherkommission (vergleiche Tabellen 6 und 7, sowie Figur 2). Bei anderen Gletschern: Buchstabensymbol (vergleiche Figur 2).
- 2) Richtkoordinaten auf dem Gletscher oder in dessen nächster Umgebung.
- 3)-35) Gletscher, die zusätzlich durch die betreffende Fluglinie erfasst sind:
- 3) Jungfraufirn (642/154), Ewigschneefeld (645/156), Guggi (640/157).
- 4) Hohlaub (638/101).
- 5) Hohlaub (638/101), Kessjen (638/102).
- 6) Fall (635/106).
- 7) Hohkraut (642/109), Trift (Laggin; 643/111), Bodmer (645/114), Hohletrift (645/112), Zibelenfluh (645/113).
- 8) Hohlicht (623/103), Schali (622/104), Brunegg (622/109).

- 9) Schali (622/104), Ross (624/108).
- 10) Kin (630/104), Dürren (631/108).
- 11) Ecoulaies (595/100), Mourtí (594/101), Präfleuri (594/102), Petit Mont Fort (591/103), Mont Fort (Cleuson; 591/104).
- 12) Aouille (599/ 86), Epicoun (598/ 85).
- 13) Tournelon Blanc (Süd; 591/ 90), Bocheresse (591/ 93).
- 14) Luette (597/ 95), En Darrey (596/ 97).
- 15) Cheillon (599/ 96), Luette (597/ 95), Lire Rose (596/ 91).
- 16) Mont Dolent (571/ 85), A Neuve (571/ 87), Treutse Bô (572/ 89), Planereuses (572/ 90), Evole (571/ 91), Plines (570/ 92), Ravines Rousses (570/ 93), Pré de Bar (F; 570/ 84).
- 17) Planereuses (572/ 90), Evole (571/ 91), Saleina (572/ 93), Plines (570/ 92), Ravines Rousses (570/ 93), Orny (570/ 94), Grands (566/ 96), Bron (565/ 95).
- 18) Tré les Eaux (F; 556/ 98), Rosses (558/106), Finive (558/108), Noir (561/109), Mont Ruan (558/109), Ruan (F; 557/107), Prazon (F; 557/106), Cheval Blanc (F; 556/101).
- 19) Chalin (562/114), Soi (560/113).
- 20) Tsanfleuron (583/130), Diablerets (582/129), Dar (582/131), Mauvais (581/129), Pierredar (580/129), Culan (579/128).
- 21) Diablerets (582/129), Tschiffa (583/129), Mauvais (581/129), Culan (579/128).
- 22) Guggi (640/157), Kühlauenen (640/156), Giessen (639/156).
- 23) Tschingel (632/150), Gspaltenhorn (629/151), Morgenhorn (627/150), Blümlisalp (624/151).
- 24) Vorder Blümlisalp (=Oberer Oeschinen; 624/149), Oeschinen (624/148), Fründen (623/148), Doldenhorn (622/148).
- 25) Bächi (718/205), Guppen (720/207).
- 26) Vallorgia (792/174), Grialetsch (794/175).
- 27) Fortezza (792/142), Pers (793/143), Prieclus (790/142), Boval Dadains (790/143), Boval d'Mez (790/144), Boval Dadour (790/145).
- 28) Err (Nord; 774/158), Agnel (774/154), Err (Süd; 774/157), Traunter Ovas (777/154), Laviner (776/159).
- 29) Glüna (780/156), Piz Ot (782/158).
- 30) Rims (823/182).
- 31) Arlas (796/142), Varuna (I; 796/136).
- 32) Valnera (806/146), Campo (805/146).
- 33) Forno (774/134), Castel-Süd (771/130), Castel-Nord (771/131), Cantun (732/133).
- 34) Antabbia (680/140).
- 35) Gamsa (642/116), Mattwald (642/115), Griessernen (643/116), Bodmer (645/111).

Abbildung 2

Die Gletscher der Schweizer Alpen

Beobachtungen im Jahre 1971

Beobachtungsnetz:

Ziffern 1-105: Gletscher im Netz der Gletscherkommission (s. Tab. 6 und 7)
 Buchstaben: Andere Gletscher (s. Tab. 5 und 7)
 Buchstaben unterstrichen: Aufnahme ins Netz vorgesehen (s. Tab. 7)
 Ziffern I-V: Einzugsgebiete (s. Tab. 7)

Beobachtungen:

- Vermessungsflug, photogrammetrisch ausgewertet
- ⊕ Vermessungsflug, Auswertung qualitativ oder zurückgestellt
- ⊖ Beobachtung am Boden: Zungenmessung
- ⊙ Beobachtung am Boden: Bilanz-, Bewegungs-, und andere Messungen
- Keine Beobachtung

3.2. Lageänderung der Gletscherenden

Von den 31 Gletschern, für die im Jahre 1969/70 ein Vorstoss gemeldet worden ist, sind 15 auch im Berichtsjahr 1970/71 weiter vorgerückt, nämlich die Gletscher Fee (Nord), Giétro, Boveyre, Saleina, Trient, Stein, Rosenloui, Oberer Grindelwald, Eiger, Gamchi, Chelen, Rotfirn, Biferten, Sulz und Tschierva. Wieder dazugekommen ist der Rhonegletscher, der schon in den Jahren 1965/66 und 1968/69 deutlich vorgestossen und 1969/70 nur wegen des geringen Vorstossbetrages (+ 0,5 m) als stationär gemeldet worden ist, sowie der Basodino, der bereits in den Jahren 1966/67 und 1968/69 vorrückte. Der Allalingletscher, der seit dem Herbst 1965 vorgestossen ist, ist im Berichtsjahr 1970/71 erstmals wieder etwas kürzer geworden, wenn man die vor der "Front" gelegenen, mit dem Gletscher zusammenhängenden und wieder aktivierten Eisschuttmassen zum Gletscher zählt. Die eigentliche Front aber hat sich auf den Eisschuttmassen weiterhin vorgeschoben. Die Rutschungsvorgänge im Zungengebiet hatten im Herbst 1971 ein wesentlich geringeres Ausmass und dauerten weniger lang als im Vorjahr. Ein ähnlicher Vorgang scheint sich am Sardonagletscher abgewickelt zu haben: bei der letzten Kontrolle war der vorderste Teil der Zunge eindeutig im Vorrücken begriffen, obwohl die rückwärtigen Teile keinerlei Anzeichen eines allgemeinen Wachstums des Gletschers, sondern im Gegenteil eher solche des Zerfalls erkennen liessen. Bei einigen Zungen, von denen zwei (Valsorey und Blümlisalp) im Vorjahr noch vorrückten, wurde durch die starke Abschmelzung im Berichtsjahr die Eisbewegung gerade kompensiert. Sie können aber durchaus bereits im nächsten Jahr wieder vorstossen.

Es konnte bei der überdurchschnittlichen Gletscherschmelze erwartet werden, dass im Berichtsjahr weniger Gletscher vorrückten, dafür etliche mehr zurückgingen als im Vorjahr. Die Tendenz zu stärkerem Gletscherschwund kommt auch in der durchschnittlichen Längenänderung aller gemessenen Zungen deutlich zum Ausdruck. So betrug die mittlere Verkürzung im Vorjahr nur 1,3 m, im Berichtsjahr dagegen 10,2 m. Dieser Betrag wurde seit 1964/65 (10,2 Meter) nicht mehr erreicht.

Für die Klassierung der Gletscher nach dem Verhalten ihrer Zungen hat sich das ausgesprochene Schwundjahr 1970/71 klärend und vereinfachend ausgewirkt, indem sich die Unterscheidung verschiedener Kategorien bei den vorstossenden Gletschern von selbst erübrigte: nur noch aktive Gletscher, das heisst solche mit relativ hoher Fliessgeschwindigkeit, vermochten die Schmelzverluste an der Zunge in hinreichendem Masse auszugleichen, um weiter vorzurücken. Es handelte sich also durchwegs um "echte" Vorstösse, bei denen die Gletscherbewegung eine entscheidende Rolle spielt. Ebenso vermochten mit Ausnahme der von Lawinenschnee überdeckten Zunge des Tällibodengletschers nur aktive Zungen ihren früheren Stand zu halten. Demzufolge darf bei den im Berichtsjahr vorstossenden und stationären Gletschern mit einem Andauern bzw. Beginn des Vorstosses im nächsten Jahr gerechnet werden, sofern die Schmelzung gegenüber dem Berichtsjahr nicht nochmals zunimmt.

Tabelle 6. Lageänderung der Gletscherenden 1968/69 bis 1970/71.

Zusammenfassung der Gletscher Nr. 1 bis Nr. 105 der Tabelle 7.

		1968/69	1969/70	1970/71
Beobachtungsnetz	Anzahl Gletscher	105	105	105
Nicht beobachtet	Anzahl Gletscher	0	7	1 ¹⁾
Beobachtet	Anzahl Gletscher	105	98	104
Resultat unsicher	Anzahl Gletscher	2	0	1 ²⁾
Richtung bekannt	Anzahl (%)	103 (100.0)	98 (100.0)	103 (100.0)
Im Vorstoss	Anzahl (%)	28 (27.2)	31 (31.6)	17 ³⁾ (16.5)
Stationär	Anzahl (%)	6 (5.8)	6 (6.1)	5 ⁴⁾ (4.9)
Im Rückzug	Anzahl (%)	69 (67.0)	61 (62.3)	81 ⁵⁾ (78.6)
Mittlere Längenänderung	Meter pro Gletscher (Anzahl)	- 7.18 (92)	- 1.26 (89)	-10.19 (92) ⁶⁾

Bemerkungen: In den verschiedenen Klassen wurden folgende Gletscher eingereicht, wobei diese mit ihrer Nummer aus Tabelle 7 bezeichnet werden sollen:

1) 46

2) 91

3) 1 13 37 41 42 43 53 56 57 59 61 68 69 77 79 93 104

4) 8 23 25 39 64

5) 2 3 4 5 6 7 9 10 11 12 14 15 16 17 18 19 20
 21 22 24 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 38 40 44
 45 47 48 49 50 51 52 54 55 58 60 62 63 65 66 67 70
 71 72 73 74 75 76 78 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89
 90 92 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 105

6) Für die Berechnung der mittleren Längenänderung wurden 11 Gletscher nicht berücksichtigt. Sie wurden aus folgenden Gründen ausgeschaltet:

Durch künstliche Seen beeinflusst: 3

Werte für 2 Jahre: 52 72 73 75

Kein Zahlenwert: 9 49 55 56 58 89

Tabelle 7. Lageänderung der Gletscherenden 1969/70 und 1970/71

Nr.	Gletscher	Kt. Aenderung in Metern			Meter ü. M. 1971	Messdatum		
		1969/70	1970/71			1969	1970	1971
a		b	c	c	d			
Einzugsgebiet der Rhone (II)								
1e	Rhone	VS +	0.5	+ 7.0	2125 (65)	21. 9.	20. 9.	19. 9.
2e	Mutt	VS +	2.0	- 2.0	2628	21. 9.	27. 8.	19. 9.
3e	Gries (Aegina)	VS -	25.5	- 18.6	2373	17.10.	18.10.	13.10.
4e	Fiescher	VS -	11.2	- 18.8	1647	12. 9.	10. 9.	10. 9.
5e	Grosser Aletsch	VS -	25.2	- 33.9	1504	13. 9.	11. 9.	11. 9.
MAe	Mittelaletsch	VS -	x	- 58.4	2225 (70)	n	16.10.	5.10.
6e	Oberaletsch	VS st		- 8.2	2131	17. 9.	12. 9.	15. 9.
7	Kaltwasser	VS -	10.0	- 16.0	2650 (68)	6.10.	15.10.	27.10.
8e	Tälliboden	VS -	2.7	st	2628	29. 9.	25. 9.	27. 9.
9e	Ofental	VS -	9.3	- x	2628 (70)	30. 9.	28. 9.	28. 9.
10e	Schwarzberg	VS -	5.1	- 2.3	2658	26. 9.	29. 9.	24. 9.
11e	Allalin	VS +	173.2	- 10.2	2335	19. 8.	24. 9.	1.10.
12	Kessjen	VS -	6.1	- 2.3	2849	23. 9.	22. 9.	21. 9.
13e	Fee (Nordzunge)	VS +	20.8	+ 20.0	2030	17.10.	27.10.	21.10.
14	Gorner	VS -	18.3	- 19.1	2057	15.10.	23.10.	22.10.
15e	Z'Mutt	VS -	19.0	- 14.5	2231	20. 8.	25. 8.	23. 8.
16e	Findelen	VS -	4.0	- 2.5	2482.2 (61)	11.10.	12.10.	9. 9.
17e	Ried	VS -	4.8	- 9.7	2044	1.10.	30. 9.	29. 9.
18	Lang	VS -	17.0	- 22.0	2010 (61)	24.10.	25.10.	4.11.
19e	Turtmann-West	VS -	7.8	- 36.6	2265	17.10.	26. 9.	8.10.
20e	Turtmann-Ost (Brunegg)	VS -	21.2	- 5.1	2457	17.10.	26. 9.	8.10.
21e	Bella Tola	VS +	3.9	- 36.0	2763 (67)	16.10.	30. 9.	23.10.
22	Zinal	VS -	1.0	- 9.7	1995	7.10.	7.10.	12.10.
23e	Moming	VS +	15.0	st	2315 (68)	7.10.	7.10.	12.10.
24e	Moiry	VS -	3.0	- 4.0	2438 (67)	26. 9.	9.10.	13.10.
25e	Ferpècle	VS -	0.4	- 0.3	1990 (57)	13.10.	7.10.	1.10.
26	Mont Miné	VS -	7.0	- 7.0	1965 (55)	13.10.	7.10.	1.10.
27	Bas d'Arolla	VS -	3.0	- 1.0	2130 (59)	25. 9.	28. 9.	7.10.
28	Tsidjiore Nouve	VS -	2.0	- 4.0	2251 (59)	25. 9.	28. 9.	7.10.
29	Cheillon	VS -	8.5	- 15.0	2620 (64)	4.10.	10.10.	2.10.
30	L'En Darrey	VS +	16.0	- 10.0	2445 (61)	3.10.	9.10.	1.10.
31e	Grand Désert	VS -	20.0	- 18.8	2800 (64)	25. 9.	26. 9.	4.10.
32e	Mont Fort	VS -	2.0	- 8.0	2740 (67)	25. 9.	5.10.	4.10.
33	Tsanfleuron	VS +	6.0	- 28.0	2420 (61)	25. 9.	10.10.	13. 9.
34e	Otemma	VS -	66.5	- 95.0	2408 (63)	27. 9.	27. 9.	2.10.
35e	Mont Durant	VS -	2.0	- 8.0	2265 (60)	27. 9.	26. 9.	2.10.
36e	Breney	VS -	30.0	- 20.0	2570 (65)	27. 9.	26. 9.	4. 9.
37e	Giétre	VS +	8.6	+ 16.7	2495	12. 9.	7. 9.	10. 8.
38e	Corbassière	VS -	9.0	- 8.0	2193	16.10.	15.10.	5/6.10.
39e	Valsorey	VS +	8.0	- 0.5	2395	9.10.	13.10.	7.10.

Tabelle 7. Fortsetzung

Nr.	Gletscher	Kt.	Aenderung in Metern		Meter ü. M. 1971	Messdatum		
			1969/70	1970/71		1969	1970	1971
a		b	c	c	d			
40e	Tseudet	VS	st	- 12.0	2422	9.10.	13.10.	7.10.
41	Boveyre	VS	+ 14.0	+ 2.7	2605	9.10.	13.10.	6.10.
42e	Saleina	VS	+ 7.5	+ 4.5	1734	7.10.	13.10.	6.10.
43e	Trient	VS	+ 25.0	+ 21.8	1768	12.10.	31.10.	28.10.
44	Paneyrosse	VD	+ 25.8	15a - 16.8	-	20. 8.	14.10.	3.10.
45	Grand Plan Névé	VD	+ 27.1	- 31.0	2345 (63)	2.10.	15.10.	3.10.
46e	Martinet	VD	n	n	2095 (61)	29. 9.	n	n
47e	Sex Rouge	VD	+ 6.2	- 5.6	2660 ca	15.10.	2. 8.	6.11.
48e	Prapio	VD	+ 13.3	- 21.2	2393 ca	15.10.	2. 8.	16.10.
49e	Pierredar	VD	- x	- x	2415	11. 9.	9. 9.	9. 9.
Einzugsgebiet der Aare (Ia)								
50e	Oberaar	BE	- 18.8	- 12.1	2296.8	23. 9.	18. 9.	8. 9.
51e	Unteraar	BE	- 7.0	- 7.2	1910.7	23. 9.	18. 9.	8. 9.
52	Gauli	BE	n	- 9.7	2a 2220 ca	15. 9.	n	7. 9.
53	Stein	BE	+ 7.0	+ 9.0	1935	20. 9.	19. 9.	5.10.
54e	Steinlimmi	BE	- 0.8	- 3.0	2092	20. 9.	19. 9.	5.10.
55e	Trift	BE	- x	- x	1650 (67)	12. 9.	18. 9.	17. 8.
56e	Rosenlaur	BE	+ x	+ x	1900 ca	4.10.	26. 9.	3. 9.
57e	Oberer Grindelwald	BE	+100.0 ca	+100.0 ca	-	19.10.	30.10.	15.10.
58e	Unterer Grindelwald	BE	- x	- x	1220 (61)	21.10.	30.10.	3. 9.
59e	Eiger	BE	+ 10.0 ca	+ 10.2	2130	18. 9.	27. 8.	8. 9.
60e	Tschingel	BE	- 6.0	- 6.0 ca	2270	13. 9.	19. 9.	15. 9.
61e	Gamchi	BE	+ 10.2	+ 9.6	1990	11.10.	19. 9.	18. 9.
Ap	Alpetli (Kanderfirn)	BE	- 4.0	- 5.3	2245	20. 9.	20. 9.	19. 9.
62e	Schwarz	BE	- 1.1	- 3.6	2220	3.10.	8.10.	25. 9.
63	Lämmern	BE	- 13.0	- 12.4	2490	4.10.	9.10.	26. 9.
64e	Blümlisalp	BE	+ x	st	2200 (57)	11. 9.	21. 9.	3. 9.
Ame	Ammerten	BE	st	- 5.0	2345 ca	7. 9.	13. 9.	19. 9.
65	Rätzli	BE	- 3.1	- 12.0	2316	29. 9.	17.10.	14. 9.
Einzugsgebiet der Reuss (Ib)								
66e	Tiefen	UR	- 9.5	- 13.3	2492	27. 9.	20. 9.	18. 9.
67e	St. Anna	UR	- 21.0	- 8.7	2592 (67)	24. 9.	25. 9.	17. 9.
68e	Chelen	UR	+ 9.3	+ 10.3	2131	26. 9.	21. 9.	17. 9.
69e	Rotfirn	UR	+ 3.5	+ 6.5	2031	26. 9.	21. 9.	17. 9.
70e	Damma	UR	- 10.2	- 13.2	2044	28. 9.	16. 9.	18. 9.
71e	Wallenbur	UR	+ 2.0	- 10.2	2240	30. 9.	28. 9.	21. 9.
72e	Brunni	UR	n	- 23.3	2a 2310	2.10.	n	16. 9.
73e	Hüfi	UR	n	- 7.5	2a 1740	28. 9.	n	15. 9.

Tabelle 7. Fortsetzung

Nr.	Gletscher	Kt.	Aenderung in Metern		Meter ü. M. 1971	Messdatum		
			1969/70	1970/71		1969	1970	1971
a		b	c	c	d			
74e	Griess (Unterschächen)	UR	- 2.0	- 10.0	2210	2.10.	27. 9.	17. 9.
75e	Firnalpeli	OW	n	- 11.6 2a	2151 (56)	24. 9.	n	10. 9.
76e	Griessen (Obwalden)	OW	- 12.0	-121.3	2500 ca	23. 9.	23. 9.	29.10.
Einzugsgebiet der Limmat (Ic)								
77e	Biferten	GL	+ 3.8	+ 20.9	1926.5	29. 9.	26. 9.	11.10.
78e	Limmern	GL	- 0.6	- 10.8	2236.8	7. 9.	2. 9.	13. 9.
Pae	Plattalva	GL	- 0.4	- 9.4	2548	12. 9.	10. 9.	9. 9.
79e	Sulz	GL	+ 1.7	+ 1.1	1800	1.10.	14.10.	20.10.
80e	Glärnisch	GL	+ 1.3	- 10.2	2296	25. 9.	28. 9.	23. 9.
81e	Pizol	SG	st	- 61.2	2550	25. 9.	13.10.	24. 9.
Einzugsgebiet des Rheins (Id)								
82	Lavaz	GR	- 10.2	- 5.6	2250	26. 9.	28. 9.	24. 9.
83e	Punteglias	GR	- 8.2	- 18.0	2345	20. 9.	19. 9.	20.10.
84e	Lenta	GR	- 24.0	- 6.8	2275	8.10.	30. 9.	4.10.
85e	Vorab	GR	- 15.5	- 37.3	2535 (68)	16. 9.	30. 9.	7. 9.
86e	Paradies	GR	- 14.0	- 43.7	2362	4.10.	25. 9.	4.10.
87e	Suretta	GR	- 27.0	- 49.0	2214	23. 9.	7.10.	17. 9.
88e	Porchabella	GR	- 10.5	- 16.5	2590	24. 9.	24. 9.	25. 9.
89e	Verstankla	GR	st	- x	2365 ca	22. 9.	26. 9.	20. 9.
90e	Silvretta	GR	- 4.0	- 8.4	2426.7	27. 9.	24. 9.	23. 9.
91e	Sardona	SG	n	- 6.4 2a	2500	26. 9.	n	4.10.
Einzugsgebiet des Inn (V)								
92e	Roseg	GR	- 17.5	- 42.1	2170	18.10.	15.10.	13.10.
93e	Tschierva	GR	+ 15.5	+ 10.0	2170	18.10.	15.10.	13.10.
94e	Morteratsch	GR	- 24.0	- 4.2	2000	10.10.	14.10.	16.10.
95e	Calderas	GR	- 15.5	- 10.3	2685	13.10.	18.10.	17.10.
96e	Tiatscha	GR	st	- 5.0	2625	14. 9.	21.10.	14. 9.
97e	Sesvenna	GR	- 6.7	- 10.0	2745	8.10.	21. 9.	9.10.
98e	Lischana	GR	- 3.3	- 2.7	2800	10.10.	25. 9.	24. 9.
Einzugsgebiet der Adda (IV)								
99e	Cambrena	GR	+ 6.5	- 1.5	2794	21. 9.	20. 9.	19.10.
100e	Palü	GR	+ 18.5	- 8.3	2360 ca	6.10.	30. 9.	4.10.
101e	Paradisino	GR	- 4.0	- 2.5	2805	26. 8.	19.10.	15.10.
102e	Forno	GR	- 27.3	- 23.0	2210	20.10.	16.10.	15.10.

Tabelle 7. Fortsetzung

Nr.	Gletscher	Kt.	Aenderung in Metern		Meter ü. M. 1971	Messdatum		
			1969/70	1970/71		1969	1970	1971
a		b	c	c	d			
Einzugsgebiet des Tessin (III)								
Va e	Valleggia	TI			2400			25. 8.
VT	Val Torta	TI		- 7.5	2490		19. 9.	6.10.
103e	Bresciana	TI	- 33.0	- 16.5	2570 (67)	14.10.	29.10.	21. 9.
104e	Basodino	TI	- 3.6	+ 3.3	2520 ca	2.10.	13.10.	1.10.
105e	Rossboden	VS	- 4.7	- 2.0	1945	8.10.	12.10.	23. 9.

Bemerkungen, die für die ganze Tabelle oder wenigstens für mehrere Gletscher gültig sind.

- a Die Nummern in dieser Tabelle stimmen mit denjenigen im Lageplan Abbildung 2 des vorliegenden und des Berichtes 1963/64 überein. Die mit Buchstaben bezeichneten, zusätzlich beobachteten Gletscher sind in Tabelle 6 nicht berücksichtigt. Ausser den in den Tabellen 5 und 6 angeführten Gletschern sind im Lageplan bezeichnet der Clariden (Cl), wo seit 1914 der jährliche Firnzuwachs gemessen wird, sowie Dungal (Du), Wildhorn (Wi), Lötschen (Lö) und Cavagnoli (Ca), deren Wiederaufnahme ins Netz geprüft wird.
- b Falls ein Gletscher zugleich in verschiedenen Kantonen liegt, so ist derjenige Kanton eingetragen, auf dessen Gebiet sich das eingemessene Zungenende befindet.
- c Wenn die Aenderung für eine Periode von mehreren Jahren gilt, ist die Anzahl der Jahre wie folgt angegeben:
Beispiel: - 13.6 3a = Rückzug von 13.6 Metern in 3 Jahren.
- d Meereshöhe des Zungenendes in Metern über Meer. Wenn die Meereshöhe nicht am Ende des Berichtsjahres bestimmt worden ist, wird das Messjahr wie folgt angegeben:
Beispiel: 2220 (58) = Meereshöhe, gemessen im Jahre 1958.
- e Siehe Bemerkung mit der Nummer dieses Gletschers. Die Bemerkungen zu den mit Buchstaben bezeichneten Gletschern sind in der gleichen Reihenfolge wie in der Tabelle eingeordnet.
- n nicht beobachtet
- sn eingeschneit
- + im Vorstoss
- st stationär
- im Rückzug
- x Betrag nicht beziffert
- ? Resultat unsicher
- ca ungefährender Wert.

Bemerkungen, die nur für einen einzelnen Gletscher gelten. Die Fussnoten tragen die gleiche Nummer wie in der Tabelle der zugehörige Gletscher.

- 1 Rhone. Die Vorstosstendenz der Front, die ständig in Bewegung ist, gibt sich durch häufige Eisabbrüche zu erkennen. Am 25.8.71 betrug der Vorstoss seit dem letzten Herbst 11 m. Bis zum Messdatum (19.9.71) wurde dieser Betrag durch starke Schmelzung und Eisabbrüche um 4 m verkleinert (P. Mercier). - Vermessungsflug durch L+T am 17.8.71 (Verfasser).
- 2 Mutt. Ende August war das Gletscherende noch stationär. Die Rückschmelzung um durchschnittlich 2 m fand im September statt, und zwar vor allem auf der Westseite, die steiler und dünner ist als die Ostseite (P. Mercier).
- 3 Gries (Aegina). Der Rückgang der Zunge ist in erster Linie auf Schmelzung durch Seewasser zurückzuführen. Die angegebene Höhenkote ist ein geschätzter Wert für die mittlere Meereshöhe des Wandfusses der Zungenfront, die durchschnittlich 26 m hoch ist. Die Lage der am Messdatum bis zu halber Höhe eingestauten Eisfront wurde durch trigonometrische Vermessung von 11 gleichmässig über die ganze Wandbreite verteilten nicht signalisierten Punkten bestimmt (VAW-H. Siegenthaler).
- 4 Fiescher. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor (VAW-H. Widmer).
- 5 Grosser Aletsch. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor (VAW - H. Widmer). - Vermessungsflug durch L+T am 17.8.71 (Verfasser).
- MA Mittelaletsch. Seit 2 Jahren ist die Trennung zwischen Mittelaletsch- und Grosse Aletschgletscher so weit fortgeschritten, dass der Mittelaletschbach über eine kurze Strecke in offenem Gerinne fliesst. Das teilweise felsige Gelände östlich davon ist völlig eisfrei, wogegen unter den mächtigen Moränenablagerungen auf der schattigen Westseite beträchtliche Toteismassen liegen, welche noch mit beiden Gletschern zusammenhängen (VAW - M. Aellen). - Vermessungsflug durch L+T am 17.8.71 (Verfasser).
- 6 Oberaletsch. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor (VAW - H. Widmer).
- 8 Tälliboden. Der im Winter 70/71 angelagerte Lawinenschnee, der sich am Messdatum noch um durchschnittlich 2.5 m über das letztjährige Gletscherende hinaus erstreckte, wurde nicht zum Gletscher gerechnet (VAW - H. Widmer).
- 9 Ofental. Das Gletscherende kann wegen der starken Einschotterung nicht mehr mit Sicherheit festgelegt werden und wird deshalb - zumindest vorläufig - nicht mehr eingemessen. Der qualitative Befund ergab für das Berichtsjahr eindeutiges Fortschreiten des Schwundes (VAW - H. Widmer).
- 10 Schwarzberg. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf das nördliche Gletschertor. Die Messung am Toteislappen vor der Zunge konnte wegen starker Wasserführung des Baches nicht vorgenommen werden (VAW - H. Widmer). - Vermessungsflug durch V+D am 17.9.71 (Verfasser).
- 11 Allalin. Die Lage des Gletscherendes wurde aufgrund der luftphotogrammetrischen Aufnahme vom 1.10.71 bestimmt. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt der Zunge im Bereich der Auswertung. Die frühere Zungenfront, die im Vorjahr auf die Eisablagerungen auf der grossen Terrasse auffuhr, ist im Berichtsjahr um 41 m vorgerückt. Sie liegt jetzt etwa 70 m hinter dem neuen Gletscherende, d.h. hinter dem Fuss der durch den Zusammenschluss mit der Hauptzunge reaktivierten vorgelagerten Sturzkegel (VAW - H. Widmer). - Vermessungsflüge durch V+D am 10.8., 17.9., 1.10. und 15.11.71 (Verfasser).
- 13 Fee (Nordzunge). Vermessungsflug durch L+T am 16.9.71 (Verfasser).

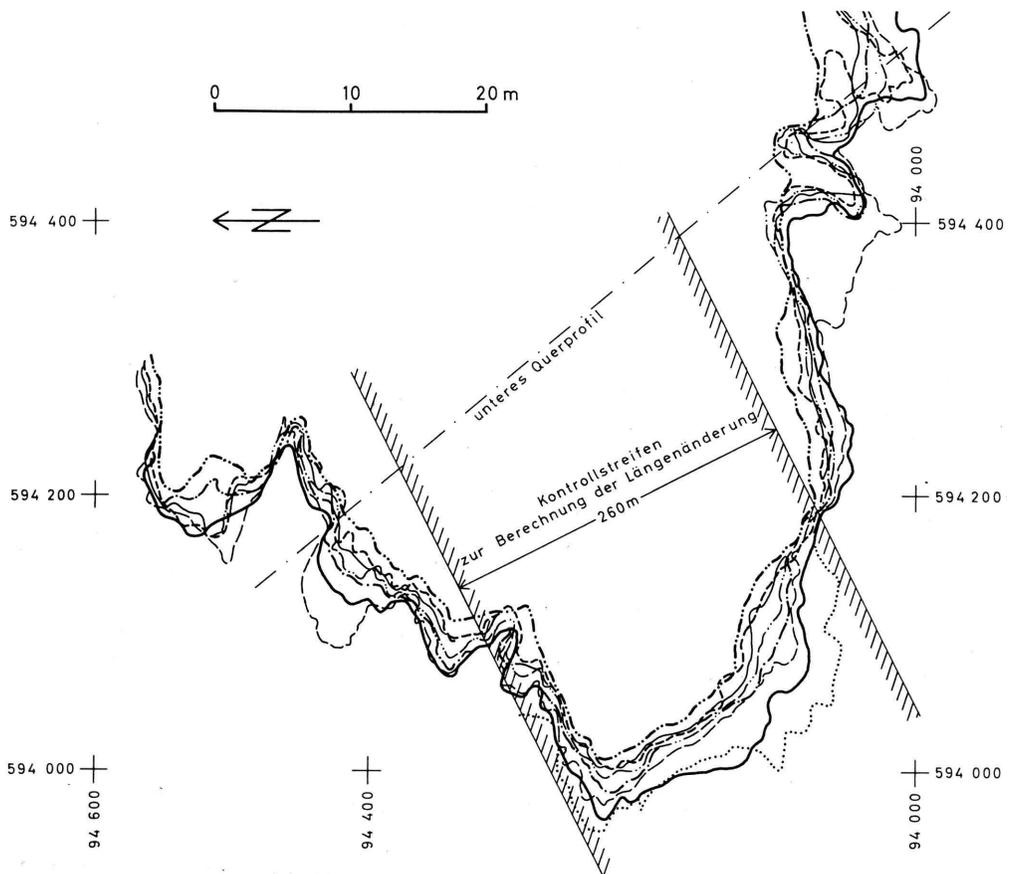
- 15 Z'Mutt. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt der Zunge. Höhenkote des Gletschertors: 2243 m (P. Mercier).
- 16 Findelen. Alfred Maag, der die Beobachtungen mit grosser Sorgfalt und Zuverlässigkeit seit dem Jahre 1953 durchgeführt hat, ist in den wohlverdienten Ruhestand getreten und von Zermatt weggezogen. Er hat seinen Nachfolger, Herrn R. Zimmermann, in die Messung des Findelengletschers eingeführt. Wir danken Herrn Maag mit unseren besten Wünschen für seine treuen und wertvollen Dienste und freuen uns, dass sein Nachfolger im Amt auch die Messung des Findelengletschers übernommen hat (P. Kasser).
- 17 Ried. Vermessungsflug durch L+T am 10.9.71 (Verfasser).
- 19 Turtmann-West. Auf der Messlinie 1, die im Vorjahr wegen angelagerten Lawinenschneeresten kein brauchbares Resultat lieferte, ergab sich eine Verkürzung des Gletschers um 56.4 m. Demgegenüber ergab sich auf Messlinie 2 ein bescheidenes Vorstossen um 1.7 m. Der starke Rückgang im östlichen Teil der Zunge (30.8 m auf Messlinie 3, 60.9 m auf Messlinie 4) ist weitgehend durch einen Ende August erfolgten grösseren Eisabbruch bedingt (A. Tscherrig). - Vermessungsflug durch L+T am 17.9.71 (Verfasser).
- 20 Turtmann-Ost (Brunegg). Vermessungsflug durch L+T am 17.9.71 (Verfasser).
- 21 Bella Tola. Der starke Rückgang ist erstens durch die Schneearmut des Winters 70/71, zweitens durch die langen Wärmeperioden des Sommers 71, drittens durch die geringe Eisdicke am Gletscherende bedingt (A. Tscherrig). - Vermessungsflug am 9.9.71 durch L+T (Verfasser).
- 23 Moming. Rutschungen in den Moränenablagerungen verschütteten die bisher benutzten Basispunkte, die durch neue ersetzt wurden. Deshalb kann die Längenänderung im Berichtsjahr nicht genau beziffert werden. Nach dem allgemeinen Eindruck beider Beobachter schien die Situation unverändert geblieben zu sein (J. P. Ruhlé / R. Epiney).
- 24 Moiry. Der verschüttete Basispunkt 1 musste aufgegeben werden (P. A. Wenger).
- 25 Ferpècle. Trotz dem für das Wachstum der Gletscher ungünstigen Sommer hat sich die Zunge noch etwas weniger verkürzt als im Vorjahr (0.4 m). Damit hat sich die im letzten Bericht vertretene Ansicht, dass der gegenwärtige Zustand der Zunge als stationär zu bewerten sei, als richtig erwiesen (Verfasser).
- 31 Grand Désert. Vermessungsflug durch L+T am 13.8.71 (Verfasser).
- 32 Mont Fort. Vermessungsflug durch L+T am 13.8.71 (Verfasser).
- 34 Otemma. Die linke Zungenseite, die sich weit über das Gletschertor hinaus erstreckt und von Gesteinsschutt völlig überdeckt ist, hat sich in mehrere Toteislappen aufgelöst. Daher der starke Rückgang von 239 m auf der Messlinie GL 43. Beim gegenwärtigen Stand ist die Zunge, die übrigens in ein grosses Gletschertor ausmündet, deutlich aufgewölbt und scheint bergwärts rasch an Dicke zuzunehmen. Man darf deshalb erwarten, dass sich der Rückgang in den nächsten Jahren wieder verzögern wird (J.-L. Blanc). - Vermessungsflug durch V+D am 10.8.71 (Verfasser).
- 35 Mont Durand. Etwa 100 m oberhalb des Zungenendes beginnt erneut eine Abtrennung der Zungenspitze durch Ausapern einer Felsschwelle. Deshalb wird in einigen Jahren voraussichtlich erneut ein starker Rückzug einsetzen (J.-L. Blanc).
- 36 Breney. Die Messlinie vom Basispunkt GL 6 aus ist aufgegeben worden, weil sie den Gletscher nur noch schleifend berührt (J.-L. Blanc).
- 37 Giétro. Vermessungsflug durch V+D am 7.9.70, photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro H. Leupin, Bern. Im Rahmen des zusammenfassenden Berichts über die seit 1966

Zungenstände des Giétrogletschers

(ohne Berücksichtigung der temporär vorgelagerten, regenerierten Teile in der Giétroschlucht und auf dem Talboden von Mauvoisin).

Lage des Gletscherendes nach Vermessungsaufnahmen von 1947-1971

Lage des Gletscherrandes am:	Aufnahme:	Auswertung am Autographen:
..... 9. 10. 1947	Terrestrische Aufnahme	Vermessungsbüro Leupin und Schwank, Bern
- - - - - 25. 8. 1964	Flug Eidg. Landestopographie	
----- 27. 9. 1966	Flug Eidg. Vermessungsdirektion	Vermessungsbüro H. Leupin Bern
===== 22. 8. 1967	Flug Swissair Photo AG	
- - - - - 13. 9. 1968	} Flug Eidg. Vermessungsdirektion	
----- 12. 9. 1969		
- - - - - 7. 9. 1970		
===== 10. 8. 1971		

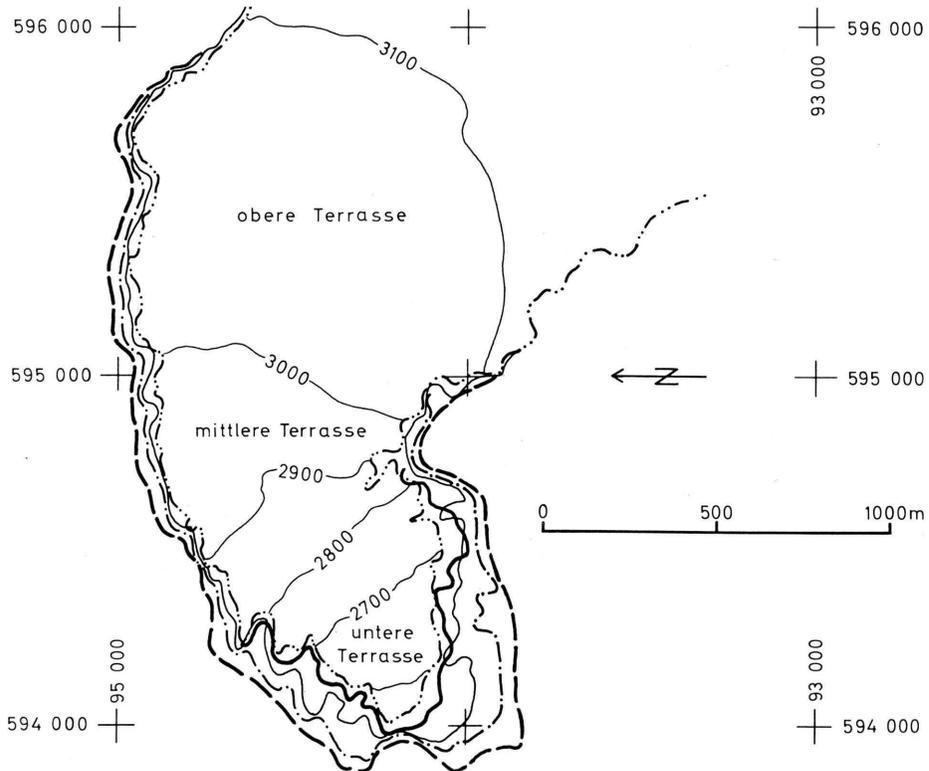


Giétrogletscher

Ausdehnung der Zunge bei besonderen Ständen
seit dem Ende des 16. Jahrhunderts.

(Vergleiche dazu die Bilder im 90. Gletscherbericht).

- | Lage des Gletscherrandes: | Datum, Stand: |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| --- am grossen Moränenwall: | Maximalstände um 1600, 1820, 1855.
Regenerierter Gletscher auf dem Talboden von Mauvoisin staut die Drance, Seeausbrüche verursachen Hochwasserkatastrophen Val de Bagnes (z.B. 1595, 1818) |
| - - - am kleinen, stellenweise verdoppelten Wall: | Vorstösse um 1895 und 1920.
Regenerierter Gletscher auf dem Talboden reicht bis zur Drance |
| — gemäss terrestrischer Aufnahme der L+T 1934 auf LK 1:50 000, Blatt 283 dargestellter Stand. | Regenerierter Gletscher auf dem Talboden verschwunden |
| - · - · - gemäss luftphotogrammetrischer Aufnahme vom 24. 8. 1964 | Letzter Minimalstand. |
| — gemäss luftphotogrammetrischer Aufnahme vom 10. 8. 1971 | Aktueller Stand. |



im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin A. G. durchgeführten Messungen wurde ein zahlenmässiger Vergleich angestellt über das jährliche Wachstum der Zungenspitze (d. h. des Gletscherteils unterhalb ca. 2700 m) seit ihrem Minimalstand im Jahre 1964. Dabei ergab sich ein zyklischer Vorstossmechanismus in drei in Jahresabständen sich folgenden Phasen: 1. Verdickung (Aufwölben der Zunge), 2. Verlängerung der aufgewölbten Zunge (eigentliches Vorstossen), 3. Verbreiterung (flächenhaftes Ausbreiten der Zunge). Die beobachtete Regelmässigkeit im zeitlichen Ablauf dürfte rein zufällig sein. Es ist denkbar, dass einzelne Phasen länger oder kürzer als ein Jahr dauern können. Aufgrund der seit 1966 durchgeführten Messungen zur Abschätzung des Massenhaushalts der ganzen Zunge ist mit weiteren Vorstössen in den nächsten paar Jahren zu rechnen, sofern nicht wesentliche Klimaänderungen eintreten (VAW - M. Aellen). - Weitere Ergebnisse der Untersuchungen am Giétroglatscher sind im Kapitel 3.5. zusammengefasst (Verfasser).

- 38 Corbassière. Nach den im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin durch A. Mathier, Geometer, Montana, durchgeführten Profilmessungen bei der Cabane de Panossière (2665 m) und auf der untersten Zungenterrasse (2500 m) haben im Berichtsjahr die mittlere Eisdicke und die Oberflächengeschwindigkeit gegenüber dem Vorjahr deutlich abgenommen mit Ausnahme der Geschwindigkeit im obern Profil, die stark zugenommen hat. Die in Kapitel 3.5.1. (Tabelle 20) zusammengestellten Ergebnisse der seit 1967 durchgeführten Profilmessungen lassen erwarten, dass sich der Schwund dieser Zunge in den nächsten Jahren eher verzögern als beschleunigen wird, sofern die klimatischen Verhältnisse etwa dieselben bleiben wie in den letzten 5 bis 10 Jahren (VAW - M. Aellen).
- 39 Valsorey. In Anbetracht der starken Schmelzung kann die geringe Aenderung, die auf allen 4 Messlinien nur 1 m beträgt (wovon eine mit positivem die anderen 3 mit negativem Vorzeichen), als Ausdruck stationären Verhaltens gewertet werden (Verfasser).
- 40 Tseudet. Die bisherige Messlinie berührt die Gletscherzunge nur noch seitlich, so dass die Messrichtung geändert werden musste (M. May).
- 42 Saleina. Vermessungsflug durch L+T am 13.8.71 (Verfasser).
- 43 Trient. Der Gletscher stösst weiterhin in sehr eindrücklichem Masse vor: allein in der Zeit vom 20.9. bis 28.10.71 betrug der Vorstoss fast 3 m. Dabei wurde der Messpunkt D überfahren. Ich stelle mir vor, dass die ungewöhnliche Wärme die Schmelzung an den Auflagepunkten des Gletschers verstärkte und damit eine beschleunigte Bewegung bewirkte, ohne dass sich dabei die 5 - 10 m hohe, nahezu vertikale Eisfront erniedrigte. Unter Leitung von Mr. G. Petrie absolvierten Studenten des Department of Geography der University of Glasgow einen Vermessungskurs im Zungengebiet. Demzufolge konnte der Vorstossbetrag des Gletschers in den Monaten Juli bis September zu 0.6 m bestimmt werden (P. Mercier). - Vermessungsflug durch L+T am 10.8.71. Eine Zusammenfassung der seit 1878 durchgeführten Aufnahmen und Zungenmessungen findet sich am Schluss dieses Kapitels (Tabellen 8 und 9, sowie Abbildungen 5 und 6) (Verfasser).
- 46 Martinets. Wegen vollständiger Ueberdeckung des Gletscherendes durch Moränenmaterial wird die Messreihe vorläufig nicht weitergeführt (Verfasser).
- 47 Sex Rouge. Der Rückgang von 5 bis 6 m erklärt sich durch die überdurchschnittliche Wärmeperiode und das späte Messdatum. Die Abgrenzung des Gletschers ist wegen starker Schuttbedeckung ziemlich schwierig, besonders beim Messpunkt 2. In einer etwa 2 - 3 ha grossen, ausgeprägten Mulde, die ca. 50 m von der Messlinie entfernt ist, scheint die Eisdicke abgenommen zu haben (J. P. Bezençon). - Vermessungsflug durch L+T am 9.9.71 (Verfasser).
- 48 Prapio. Der schwindende unterste Teil der Zunge wird immer dünner, hängt aber noch mit den übrigen Zungenteilen zusammen. Wegen frischen Ablagerungen von feinem Gesteinsschutt kann die Gletschergrenze im vordersten Teil nur mit Mühe festgelegt werden (J. P. Bezençon). - Vermessungsflug durch L+T am 9.9.71 (Verfasser).

49 Pierredar. Die im Auftrag des Kantons Waadt durch die Vermessungsbüros Chauvy in Bex (terrestrisch) und Vetterli in Freiburg (luftphotogrammetrisch) durchgeführten Vermessungen ergaben gegenüber dem Vorjahr einerseits deutliche Substanzverluste im Bereich der Firnterrassen und der regenerierten Zunge, deren Saum stellenweise um mehrere Meter zurückgeschmolzen ist, andererseits keine – zumindest keine namhaften – Veränderungen der Bewegungsverhältnisse und von Lage und Form der Abbruchfront. Der Vermessungsflug durch L+T fand am 3. 9. 71 statt (VAW – M. Aellen).

50 Oberaar. Vermessungsflug durch V+D am 8. 9. 71, photogrammetrisch ausgewertet durch das Büro Flotron in Meiringen. Der Oberaarsee staute die Gletscherzunge nach dem letzten Aufnahmedatum (18. 9. 70) noch während 76 Tagen (bis 3. 12. 70) ca. 6 m tief ein. Während der übrigen Zeit der Berichtsperiode reichte das Wasser nie mehr bis zum Gletscher. Dank diesem Umstand konnte im Herbst 1971 auch der Fuss der Eisfront kartiert werden. Der angegebene Wert von 12.1 m (12.4 m/Jahr) für die Verkürzung bezieht sich wie in den Vorjahren auf die senkrechte Eiswand. Trotz dem warmen Wetter blieb er deutlich unter dem Vorjahreswert. Der Flächenverlust beträgt 3760 m², die Volumenverminderung ca. 77 000 m³ (A. Flotron).

51 Unteraar. Vermessungsflug durch V+D am 8. 9. 71, photogrammetrisch ausgewertet durch das Büro Flotron, Meiringen. Seit dem letzten Aufnahmedatum ist die Zungenfläche um 4268 m² verkleinert worden, was einem mittleren Rückzug von 7.23 m bzw. 7.43 m/Jahr oder 48 % des langjährigen Mittels entspricht. Der bereits im Vorjahr beobachtete Vorstoss am linken Gletscherrand hat sich weiter verstärkt. Ueber die restliche Zungenbreite ist mit 10 – 20 m ein ziemlich gleichmässiger Rückgang festgestellt worden, mit einem Maximum von 25 m beim Gletschertor und einem Minimum von 5 m Rückzug bis 5 m Vorstoss bei der Moränenrippe im rechten Zungendrittel. Der Seespiegel erreichte die tiefsten Partien des Gletschers nur während der dreitägigen Periode des Höchststaues (6. – 8. 9. 71). Infolge des Schwundes sind die Höhenschichtlinien im Zungengebiet um folgende Beträge taleinwärts verschoben worden:

Höhenkurve:	<u>1910</u>	<u>1920</u>	<u>1930</u>	<u>1940</u>	<u>1950</u>	<u>1960</u>	<u>1970</u>	m ü. M.
Verschiebung:	5	17	20	14	11	27	24	m

Der daraus ermittelte Volumenverlust der Zunge bis zur Koordinatenlinie 663 km beläuft sich auf ca. 385 000 m³ (A. Flotron).

54 Steinlimmi. Die Messlinien 4 und 3* liegen nahe beieinander. Deshalb sind die entsprechenden Messwerte nicht mit vollem Gewicht berücksichtigt worden (H. Vogt). – Beim Bau einer Strasse bis ins Gletschervorfeld mit anschliessendem Skilift wurden die glaziologischen Messeinrichtungen grösstenteils zerstört. Eine einzige Messstelle (A3, 15 m oberhalb des Zungenrandes) konnte anhand des noch sichtbaren Bohrlochs lokalisiert und nachgemessen werden. Demnach ergab sich für die Messperiode vom 18. 10. 70 bis 30. 10. 71 ein Ablationsbetrag von 3.50 m (Vorjahr 3. 11. 69 – 18. 10. 70: 3.14 m am gleichen Pegel, 3.43 m im Durchschnitt der 7 Messstellen). Am Zungenende wurden folgende Gleitgeschwindigkeiten gemessen: 18. 10. 70 – 27. 6. 71 (252 Tage) : 3.04 cm/Tag, 27. 6. – 14. 10. 71 (79 Tage): ca. 4.0 cm/Tag (unsicher wegen Störung der Messanlage), 14. – 30. 10. 71 (16 Tage): 4.4 cm/Tag. Im Berichtsjahr hat der Gletscher eine kleine Vorstossmoräne aufgeschoben, die im Herbst wenige Meter vor dem Zungenende lag (R. Haefeli).

55 Trift. Vermessungsflug durch L+T am 17. 8. 71. Der qualitative Vergleich mit den Luftaufnahmen vom 18. 9. 70 ergibt einen deutlichen Rückgang der Gletscherstirn (Verfasser).

56 Rosenlaui. Zwischen dem 15. und 22. Mai 1971 ist an der orographisch linken Seite der Front ein Eissturz von schätzungsweise 100 000 m³ erfolgt. Der grösste Teil der Absturzmasse ist im Kessel östlich Pt. 1805 der LK 1 : 50 000 (Blatt 255 Sustenpass) liegeengeblieben. Bloss etwa 10 – 20 000 m³ sind bis zum Fuss der Wasserfälle westlich des Gletscherhubels gestürzt. Der abgestürzte Gletscherteil war einem schwach ausgeprägten glatten Felsband aufgelegt, auf dem sich in den letzten Jahren stets Eistrümmer von der abbröckelnden Eisfront befanden. Im Laufe des dem Absturz vorangehenden Winters hatte die vorrückende Eisfront dieses Band erreicht. Am Abend des 21. Mai führte der Rosenlauibach viel Wasser. Sein Bett war im flachen Abschnitt zwi-

schen dem untersten Sturzkegel und der Rosenlauschlucht noch am Nachmittag des 22. Mai mit Eistrümmern übersät (VAW - H. Röthlisberger). - Vermessungsflug durch L+T am 3.9.71. Der qualitative Vergleich mit den Luftaufnahmen vom 21.9.70 ergibt eindeutig ein Vorrücken der Eisfront (Verfasser).

- 57 Oberer Grindelwald. Das kleine Plateau auf dem Felsnollen ist zum guten Teil vom Eis überflutet, so dass die Messlinie und die meisten Aufnahmestandorte unter dem Eis liegen. Die vor kurzem erneuerte Zugangstreppe ist wieder abgebaut worden. Ein neuer Messpunkt ist im Talgrund gut 100 m vor dem Gletschertor eingerichtet worden. Der Gletscher hat nun den Ausgang der Schlucht erreicht. Vor der deutlich aufgewölbten Gletscherstirn liegt ein fächerförmiger, ca. 30 m langer Sturzkegel aus Eistrümmern. An dessen Saum, im Gletschertor, tritt kompaktes Eis zutage. An der rechten Flanke der Zunge stürzt das Eis über den Nollen hinab in den Talgrund, in den sogenannten Gletschersand. Die Eisdicke nimmt weiterhin zu (V. Boss). - Vom 17.12.70 bis Mitte Januar 1971 betrug der Vorstoss auf dem Plateau des Nollen 7 m, bis am 20.5.71 20 m, an der Zunge um die 60 m. Bemerkenswert sind die Verhältnisse beim Milchbachloch: hier liegt der Scheitel des Eises ca. 4 m höher als das Loch, man muss aber vom Loch noch ca. 8 m hinuntersteigen, um den Gletscher zu betreten (H.R. Bernet und R. Bhend im "Echo von Grindelwald"). - Vermessungsflug durch L+T am 3.9.71. Bei den Auswertarbeiten der L+T für die LK 1:25 000 Blatt 1229 hat sich gezeigt, dass sich der Gletscher seit dem Aufnahmejahr des Uebersichtsplanes 1:10 000 (1966) im untersten Drittel am stärksten verdickt hat (durchschnittlich ca. 10 m, bis maximal ca. 25 m), und zwar orographisch rechts, auf der Wetterhornseite bedeutend mehr als links auf der Seite des Schreckhorns, wo praktisch keine Hebung stattgefunden hat (Verfasser).
- 58 Unterer Grindelwald. Der Gletscher ist leicht zurückgeschmolzen, vor allem orographisch rechts, am Fuss des Mettenbergs (H. Boss). - Auch am unteren Grindelwaldgletscher ist ein starkes Wachstum zu verzeichnen, nur liegen die Verhältnisse anders als beim Oberen Gletscher: das in die Schlucht gebettete Eis der Zunge von der Heissen Platte abwärts ist tot, d.h. stationär; jetzt aber stösst der neue Gletscher vom Eismeer wie von der Strahlegg über den darunterliegenden alten Gletscher hervor, und zwar ist der vorderste bis jetzt erreichte Punkt ca. auf der Höhe des Wilden Schlosses hinter der "Schlosslouiin" (H.R. Bernet und R. Bhend im "Echo von Grindelwald"). - Vermessungsflug durch L+T am 3.9.71. Die Aufnahmen bestätigen, dass der unterste Teil der Zunge das typische Aussehen eines schwindenden Gletschers hat. Ziemlich sicher handelt es sich dabei aber nicht um totes, d.h. unbewegtes Eis. Dagegen kommt ein stationärer Zustand, bei dem die oberflächliche Abschmelzung durch die Gletscherbewegung ausgeglichen wird, durchaus in Frage. Die beiden am Zäsenberg sich vereinigenden Zuströme zeigen tatsächlich die charakteristischen Merkmale vorstossender Gletscher: Aufwölbung, starke Zerklüftung, geringe Moränenbedeckung. Es ist aber fraglich, ob sie den davorliegenden unteren Teil des Gletschers überfahren werden. Wir rechnen eher damit, dass sie ihn vor sich herschieben und so in beschleunigte Bewegung versetzen werden (Verfasser).
- 59 Eiger. Die im Vorjahr markierten Punkte am Moränenrand sind alle mit neuem Moränenschutt überdeckt worden. Vor der zusammenhängenden Gletscherzunge liegen lose Eisblöcke. Auf der linken Seite ist die Vorwärtsbewegung grösser. Aus den steilen Eiswänden auf der Seite des Guggi sind weitere Eisstürze erfolgt. Die Abbruchwand hat an Mächtigkeit zugenommen (R. Schwammberger).
- 60 Tschingel. Die Verhältnisse auf der linken Seite scheinen gegenüber 1970 nicht wesentlich geändert zu haben. Vor der Zunge hat sich eine 2 bis 4 m breite schlammige Moränenablagerung gebildet, die bei den Messungen sehr hinderlich war. Diese sind deshalb nicht ganz genau ausgefallen. Auch beim benachbarten Breithorngletscher dürften sich die Verhältnisse nicht wesentlich geändert haben. Am Steilrand sind grössere Eismassen abgebrochen und im felsigen Vorgelände abgelagert worden. Diese und die - wie mir schien - grössere Eismächtigkeit an der Abbruchwand weisen auf ein (positives) Wachstum des Gletschers hin (R. Schwammberger). - Der Tschingelgletscher ist im Berichtsjahr erstmals seit längerer Zeit ziemlich stark zurückgegangen. Anhand der Jahresmoränen, die seit 1966 kartiert werden, ergibt sich für das Berichtsjahr zunächst ein bescheidener Vorstoss (im Winter) von durchschnittlich ca. 3 m, dann ein Rückzug (im Sommer) um 6 bis 12 m. Daraus resultiert für die Periode vom 27.9.70 bis 9.10.71 eine durchschnittliche

Rückschmelzung des Gletscherrandes um rund 6 m (H. Rutishauser).

- 61 Gamchi. Der vorrückende Gletscher schiebt einen Moränenwall von 2 - 4 m Höhe vor sich her (E. Zeller). - Vermessungsflüge durch V+D am 10. 8. und 1. 9. 71 (Verfasser).
- Ap Alpetli. Die jährlichen Messungen am Zungenende sind nach langem Unterbruch im Jahre 1968 durch Kreisoberförster E. Zeller wieder aufgenommen worden (Verfasser).
- 62 Schwarz. Das Gletschertor, das auf der Messlinie C liegt, ist teilweise eingestürzt. Daraus erklärt sich der grössere Rückgang auf dieser Linie (E. Zeller).
- 64 Blümlisalp. Vermessungsflug durch L+T am 3. 9. 71. Ein semiquantitativer Vergleich mit den Aufnahmen vom 21. 9. 70 zeigte, dass die Zunge stellenweise vorgerückt, andernorts zurückgewichen ist. In beiden Richtungen sind die Verschiebungsbeträge klein und dürften sich im Mittel nahezu aufheben (Verfasser).
- Am Ammert. Die Zunge endet in einem schmalen Tälchen zwischen zwei Felsbuckeln, in dem sich grössere Mengen Triebsschnee ansammeln. Das Gletscherende lag sowohl 1969 wie 1970 unter einer Altschneesohle. (Demzufolge kann für 69/70 stationäres Verhalten angenommen werden. Verfasser) Im Berichtsjahr schmolz diese ganz und zusätzlich auch noch Gletschereis. Nach den Aussagen der einheimischen Bergführer stösst der Gletscher im oberen Teil kräftig. Der Vorstoss hat sich aber noch nicht auf das Zungenende übertragen (E. Hodel).
- 66 Tiefen. Der Gletscher ist über die ganze gemessene Breite zurückgeschmolzen. Die Messlinie A 66 ergibt nur mehr einen schleifenden Schnitt und wird darum nicht kontrolliert. Der Eisrand ist stark zerschlitzt. Abgesehen von den beiden Moränenbändern trägt die Zunge wenig Schutt. Die Driftblöcke haben sich dem Messpunkt B folgendermassen genähert: Block 68 verschob sich 69/70 um 30 m und lag dann am Eisrand; Block 69 verschob sich bis 1971 um 15 m; die Ausgangslage von Block 71 ist 184 m vom Messpunkt B entfernt (K. Oechslin).
- 67 St. Anna. Der Gletscher ist auf allen 3 Messlinien zurückgegangen, am meisten aber auf der rechten Flanke, wo die Zunge in den Vorjahren bis lang in den Sommer hinein durch Pistenschnee geschützt war. Im Berichtsjahr war dies nicht mehr der Fall. Der Gletscher trägt fast kein Geröll (K. Oechslin).
- 68 Chelen. Der Vorstoss erfolgte auf allen 3 Messlinien ziemlich gleichmässig. Das Eis wirkt sauberer als 1970 und ist höher aufgeschichtet. Nach wie vor trägt der orographisch rechte Zungenteil mehr Schutt als der linke, der ziemlich blank ist (K. Oechslin).
- 69 Rotfirn (Nord). Der Gletscher hat vor allem auf seiner linken Seite kräftig gegen den Chelenalpbach gestossen. Er ist im Berichtsjahr auch dicker geworden. Das Eis ist blank und trägt fast keinen Schutt (K. Oechslin).
- 70 Damma. Der Gletscher ist auf einer Messlinie stillgestanden, während er sich auf den anderen verkürzt hat. Seine Zunge ist nach wie vor von Geröll völlig überdeckt. Der Driftblock hat sich Punkt B 69 um 16 m genähert (K. Oechslin).
- 71 Wallenbur. Im Vorjahr lag vor der östlichsten Messlinie Lawinenschnee, der im Berichtsjahr weggeschmolzen ist. In diesem Bereich ist der Rückgang bedeutend geringer als im Westteil der Zunge, wo sich nahe an der äussersten Ecke ein Tor auftut. Die Zunge ist über die ganze Breite mit Schutt bedeckt (K. Oechslin).
- 72 Bruni. Der gemessene Rückgang seit der letzten Kontrolle vor 2 Jahren erfolgte vor allem auf der westlichsten Messlinie (63 m). Messlinie A trifft den Gletscher nicht mehr und wird nicht mehr kontrolliert. Statt dessen ist von B aus auch die kürzeste Entfernung zum vorspringenden Eislappen neben der Messlinie ermittelt und bei der Berechnung der mittleren Längenänderung berücksichtigt worden. Die Messrichtung ist geändert worden (K. Oechslin).

- 73 Hüfi. Die Hauptfront des Gletschers ist seit der letzten Messung vor 2 Jahren um 7 m vorgestossen. Andererseits ist der linke Eisflügel stark zurückgeschmolzen (22 m). Der Hüfisee kann jetzt, im Gegensatz zu früheren Jahren, wo nur das Nordostufer zugänglich war, auf der Südwestseite längs der Felswand umgangen werden. Die Messrichtung ist besser auf die Längsachse der Zunge eingeschwenkt worden. Auf dem rund 80 m langen sandigen Delta zwischen See und Gletscher ist ein Block, der als neuer Messpunkt in Frage kommt, gezeichnet und eingemessen worden (K. Oechslin).
- 74 Griess (Unterschächen). Das östliche Zungenende liegt seit 3 Jahren unter schuttbedecktem Lawenschnee. Das Gletschereis ist am Zungenende völlig mit Schutt bedeckt (K. Oechslin).
- 75 Firnalpeli. Hohe Rückzugsbeträge von 22 bis 42 m wurden vor allem in Zungenmitte (Messlinien 3 bis 5) gemessen. Dabei wurden allerdings die vorgelagerten, nur noch lose mit dem Gletscher zusammenhängenden Schnee- und Eisreste nicht beachtet. Auf den übrigen Messlinien ist die Gletschergrenze eindeutig. Bemerkenswert ist, dass auf den beiden östlichsten Linien der Gletscher vorgerückt ist. Das ist wohl darauf zurückzuführen, dass sich das Eis an dieser Stelle in grösserer Mächtigkeit vorgeschoben hat als nebenan. Aus dem Aussehen des Gletschers glauben wir auf eine relativ starke Vorwärtsbewegung des Eises im Berichtsjahr schliessen zu können (W. Rohrer).
- 76 Griessen (Obwalden). Dem trockenen und warmen Wetter zufolge sind im Herbst 1971 – im Gegensatz zu früheren Jahren – die Zeichen auf den erhöhten Felsblöcken sichtbar geworden, so dass die Messung von der Basislinie 1953 aus vorgenommen werden konnte. Im Messbereich liegt die Gletschergrenze durchschnittlich etwas tiefer als 1962 (S. Lienert).
- 77 Biferten. Starker Vorstoss bei allen Messpunkten, wobei der Punkt B überfahren wurde. Der Vergleich mit Aufnahmen von 1957 ergibt eine eindruckliche Verdickung des Zungenendes von ungefähr 3 auf rund 15 m. Der Vorstoss in der Schlucht (Messlinie D) beträgt etwa 43 m. Damit steht das Eis nur noch rund 80 m vor der Wasserfassung Bifertenbach 2 der Linth-Limmern-Kraftwerke. Der Eisbruch am Gletscherende ist ungemein stark verschrundet (bis 20 m tiefe Spalten), so dass er nicht mehr begehbar ist (W. Wild).
- 78 Limmern. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt des tachymetrisch aufgenommenen Zungenendes. Die mittlere Meereshöhe der vermessenen Strecke beträgt 2248,4 m. Das mit Ausnahme eines kleinen Areals auf der rechten Seite stark verschuttete Zungenende hat sich vor allem an seiner linken Flanke stark verändert. Bis auf wenige, über ca. 2950 m gelegene Reste am Fuss der Bifertenwand und in den Flanken des Scheibengrates war die Winterschneedecke vollständig abgeschmolzen (VAW – H. Siegenthaler).
- PA Plattalva. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt der Zunge (VAW – H. Siegenthaler).
- 79 Sulz. Eine genaue Festlegung der Gletschergrenze war wiederum nur beim Gletschertor möglich, das von Punkt A aus eingemessen wurde. Unmittelbar neben dem Bachaustritt ist der Gletscher stark mit steinigem Schutt überdeckt. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Sulzgletscher wenig verändert, er ist praktisch stationär geblieben (E. Blumer). – Der Gletscher ist zu den vorstossenden gezählt worden, weil er trotz der überdurchschnittlichen Schmelzung etwas länger geworden ist (Verfasser).
- 80 Glärnisch. Das Gletscherende besteht aus einer dünnen, manchenorts nur noch halbmeterstarken Eisschicht, deren Dicke ostwärts auf 4 – 5 m zunimmt (W. Wild). – Vermessungsflug durch L+T am 30.7.71 (Verfasser).
- 81 Pizol. Im Gegensatz zum Vorjahr lag am Messtag mit Ausnahme zweier Firnflecken in der Nähe der unteren Basislinie (A) kein Schnee im ganzen Gletschervorfeld, so dass von der oberen Basis aus gemessen werden konnte. Bei allen Messlinien ausser 3 und 4 (ca. in Gletschermittle) ist der Gletscherrand seit der letzten Messung vor 2 Jahren sehr stark zurückgeschmolzen (50 bis

167 m, durchschnittlich 61.2 m oder 30.6 m/Jahr). Der Vorstoss (durch Firnanlagerung) nach 1965 ist trotz dem warmen Wetter auch im Berichtsjahr noch nicht ganz kompensiert worden; die höchste bisher beobachtete Eisrandlage von 1964 wurde im Herbst 1971 nicht erreicht. Nach dem allgemeinen Eindruck wird der Gletscher immer flacher. Ein Vergleich der in den letzten Jahren aufgenommenen Photos bestätigt, dass die Abschmelzung auch in vertikaler Richtung weiter fortschreitet (U. Eugster). – Da der Gletscher im letzten Jahr als stationär gewertet wurde, ist der ganze Rückschmelzungsbetrag dem Berichtsjahr zugeschrieben worden (Verfasser).

- 83 Punteglias. Im orographisch rechten Zungenlappen ist das Eis viel weniger mächtig als im linken, was in einer entsprechend ungleichmässigen Rückschmelzung zum Ausdruck kommt (H. Klöti).
- 84 Lenta. Die Messung erfolgte wie im Vorjahr wegen Schuttüberdeckung des rechtsseitigen Eisrandes nur von 2 Basispunkten aus. In den seitlichen Partien, namentlich am Fuss der hohen Seitenmoräne der Hochstände im 17. und 19. Jahrhundert liegen vermutlich noch erhebliche Toteismassen, die sich talauswärts wesentlich über das sichtbare Gletscherende hinausziehen (R. Parolini).
- 85 Vorab. Nach dem fünfjährigen Vorstoss (1964–69) von 78 m hat das Gletscherende im Laufe der letzten 2 Jahre wieder annähernd den Stand von 1964 erreicht (R. Danuser).
- 86 Paradies. Die Lageänderung des durch einen Polygonzug erfassten Gletscherendes ist graphisch auf 28 je 10 m voneinander entfernten Messlinien ermittelt worden. Vom versicherten Punkt GL 152 ist der Eisrand 18.2 m (Vorjahr 4.5 m) in horizontaler und 8.2 m (3.1 m) in vertikaler Richtung entfernt. Die Gletscheroberfläche ist also an dieser Stelle im Berichtsjahr um gut 5 m abgesunken (O. Hugentobler).
- 87 Suretta. Die Lageänderung des durch einen Polygonzug erfassten Gletscherendes ist graphisch auf 6 je 10 m voneinander entfernten Messlinien senkrecht zur Basislinie P 0 - P 125 - P 189 ermittelt worden (O. Hugentobler).
- 88 Porchabella. Das Gletscherende wurde vom Fixpunkt 1 C aus eingemessen. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf das tiefste von 4 Gletschertoren. Die Zunge endet jetzt in steilerem Gelände als früher. Das könnte bei der vorhandenen Exposition nach NNW bewirkt haben, dass der Rückgang trotz der Wärme kleiner war, als wir erwartet hatten (F. Juvalta).
- 89 Verstankla. Aus einer Reihe von photographischen Aufnahmen, die H. Siegenthaler (VAW) anlässlich der Messungen am Silvrettagletscher an den angegebenen Stichtagen aufgenommen hat, konnte für die beiden letzten Jahre, in denen die Zungenmessung wegen ungünstigen Verhältnissen im Gelände und aus personellen Gründen ausgefallen ist, zumindest die Verlagerungsrichtung des Gletscherendes ermittelt werden. Demnach ergibt sich für 1969/70 ein stationäres Verhalten, für das Berichtsjahr ein deutlicher Rückgang (Verfasser).
- 90 Silvretta. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den untersten Punkt der Zunge. Die mittlere Höhe des tachymetrisch aufgenommenen Gletscherendes beträgt 2458.8 m (Vorjahr 2459.4 m). Die Zunge war im Herbst 1970 324 m breit und ist im Berichtsjahr um 9 m schmaler geworden. Vor dem Neuschneeefall Mitte September war der Gletscher bis ca. 2850 m völlig schneefrei und auch in höheren Lagen trat an exponierten Stellen Gletschereis zutage. In der Nähe des Silvrettapasses wurde der Firnzuwachs seit 1970 zu 134 cm, in 2860 m Höhe rechts von der Gletschermitte zu 110 cm bestimmt (VAW - H. Siegenthaler).
- 91 Sardona. In den 2 Jahren seit der letzten Messung hat sich der Gletscher in der südlichen Hälfte der Messstrecke unerwartet stark verändert. Der südlichste Messpunkt (1), der 1969 überfahren wurde, ist noch nicht zum Vorschein gekommen. Südlich davon und bei Punkt 2 ist der Eisrand deutlich vorgerückt. Ebenso bei Punkt 3, der unauffindbar war, weil der Gletscher die früher in dieser Gegend hoch aufgetürmten grossen Moränenblöcke, die von einem Felssturz am Piz Sardona in den 30er-Jahren stammten, über das Felsbändchen hinausgestossen hat. Bei Punkt 4 hat die Messung zwar einen Rückzug ergeben, doch zeigt der vorgeschobene Moränenwall, dass seit 1969 auch an dieser Stelle ein Vorstoss stattgefunden hat. Im Gegensatz dazu scheint sich der

Gletscher bei den beiden nördlichsten Messpunkten ruhig verhalten zu haben. Der mittlere Teil der Zunge, der auffällig stark zerklüftet ist, ist in den letzten Jahren eingesunken und stark in Bewegung geraten. Bei eingehendem Beobachten der höheren Teile des Gletschers kommt man zum Schluss, dass die Beschleunigung und das Vorstossen der Zunge wahrscheinlich als Degenerations-, nicht als Regenerationerscheinung zu werten ist, deren Ursache im Zusammensacken der Zungenmitte, nicht in einer Massenvermehrung im Nährgebiet zu suchen ist. Demzufolge scheint mir, das angegebene Messergebnis (mittlerer jährlicher Rückgang von 3.2 m) entspreche den tatsächlichen Verhältnissen einigermaßen, obwohl die nicht genau messbaren Vorstossbeiträge bei den Punkten 1 und 3 nicht in Rechnung gestellt wurden (U. Eugster). - Nach den vorstehenden Ausführungen dürfte der Längenänderung des Sardonagletschers zumindest in einem der beiden Jahre (69/70 und 70/71) ein positives Vorzeichen zukommen, eventuell sogar in beiden Jahren. Mit dieser Möglichkeit ist durchaus zu rechnen, wenn man in Betracht zieht, dass mit der letzten Messung der stärker bewegte und vorstossende vorderste Teil der Zunge (Messlinien 1 - 3) viel weniger gut erfasst worden ist als der etwas zurückliegende ruhigere Teil (Messlinien 4 - 6) (Verfasser).

- 92 Roseg. Aufsteigende und einsinkende Eismassen im See am Zungenende erschweren die Festlegung der Gletschergrenze. Der diesjährige tiefe Wasserstand hat mich bewogen, die Messung auf den Eisrand am See zu beziehen. Die Längenänderung liess sich jedoch auch so nicht genau berechnen. Der ansteigende Teil der Zunge beginnt ca. 40 - 60 m hinter dem Seeufer (O. Bisaz). - Vermessungsflug durch L+T am 2.9.71 (Verfasser).
- 93 Tschierva. Die Messung bezieht sich auf die Basis von 1957. Berücksichtigt wurden die Messlinien 0 bis 120, wo der Eisrand sichtbar ist (O. Bisaz). - Vermessungsflug L+T am 2.9.71 (Verfasser).
- 94 Morteratsch. Die Messung wurde von der Basis 1954 aus gemacht. Bei der letztjährigen Messung dürfte bei den westlichen Messlinien (220 - 280) ein Fehler unterlaufen sein, so dass sich auf diesen Strecken ein zu grosser Rückzugsbetrag für 69/70 und eventuell ein falsches Vorzeichen im Berichtsjahr ergab. Es scheint mir unwahrscheinlich, dass der Gletscher in diesem Bereich tatsächlich vorgestossen ist (O. Bisaz). - Bei Annullierung der Vorstösse im Berichtsjahr und Berücksichtigung nur der an allen 3 Messterminen seit 1969 kontrollierten Linien ergäbe sich für 69/70 ein Rückgang von 13,8 m, für 70/71 ein solcher von 11,9 m. Vermessungsflug durch L+T am 2.9.71 (Verfasser).
- 95 Calderas. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf das nördliche Tor. Ein weiteres liegt ca. 120 m südlich davon in 2690 m. Bei der Zungenmessung wurde von der Basis 1954 ausgegangen (O. Bisaz). - Vermessungsflug durch L+T am 18.8.71 (Verfasser).
- 96 Tiatscha. Von dem in einer Abbruchfront endenden Gletscher sind gewaltige Eismassen auf die unterliegende Felsterrasse abgebrochen. Der aufgeschüttete Sturzkegel, der Eisblöcke bis zu 80 m³ Grösse enthält, reicht bis an den Fuss der Felswand, über die der Gletscher abbricht. Mit der Erstellung des Uebersichtsplanes 1:10 000 der Gemeinde Lavin wird im Laufe der nächsten Jahre eine neue Messgrundlage entstehen (J. Kőnz).
- 97 Sesvenna. Im östlichen, mit Moränenmaterial überdeckten Teil der Zunge ist der Rückgang wegen der geringeren Eismächtigkeit bedeutend stärker als im westlichen Teil (L. Rauch). - Vermessungsflug durch L+T am 17.8.71 (Verfasser).
- 98 Lischana. Der vorspringende Gletscherlappen nordöstlich des Felskopfs bei Punkt A ist im Laufe des Sommers ganz, der westlich davon gelegene Firnschnee zum grossen Teil weggeschmolzen. Sonst war der Rückgang der Zunge unbedeutend, aber wir vermuten, dass die Mächtigkeit des Gletschers in den letzten Jahren stark abgenommen hat (L. Rauch). - Vermessungsflug durch L+T am 17.8.71 (Verfasser).
- 99 Cambrena. Nach dem letztjährigen Vorstoss ergab sich im Berichtsjahr ein geringer Rückgang. Dabei ist die Front durch das Abschmelzen der vorspringenden Ecken geradliniger geworden. Das Zungenende ist aber weiterhin stark aufgewölbt und zeigt schöne Radialspalten (A. Godenzi). - Vermessungsflug durch L+T am 2.9.71 (Verfasser).

- 100 Palü. Wie im Vorjahr führte der Gletscherbach am Messtag ausserordentlich viel Wasser. Die vor einem Jahr noch gut sichtbaren Gletschertore sind zusammengebrochen. Für die Zungenmitte ergab sich ein bescheidener Vorstoss von 2 m, der an einer aufgeworfenen Sandmoräne, über die sich das Eis hinaufgeschoben hat, von blossem Auge gut erkennbar ist. In den seitlichen Partien der Messstrecke ergab sich ein Rückzug, der besonders am nördlichen Flügel beträchtliches Ausmass (bis 35 m) erreicht. Die Basislinie ist nun definitiv gletscherwärts verlegt und im Gelände versichert worden (A. Colombo). - Vermessungsflug durch L+T am 2.9.71 (Verfasser).
- 101 Paradisino. Auf der immer mehr mit Schutt bedeckten linken Seite schmilzt das darunter liegende schwarze Eis nicht mehr weg. Sonst zieht sich die Zunge stetig zurück und wird immer dünner (A. Godenzi). - Vermessungsflug durch L+T am 2.9.71 (Verfasser).
- 102 Forno. Vermessungsflug durch L+T am 2.9.71 (Verfasser).
- Va Valleggia. Neuaufnahme der Messungen 1971 durch Forstingenieur G. Viglezio (Verfasser).
- VT Val Torta. Neuaufnahme der Messungen 1970 durch Forstingenieur G. Viglezio (Verfasser).
- 103 Bresciana. Etwa 60 m oberhalb des Zungenendes hat sich eine natürliche Eisgrotte gebildet. Ungefähr von dieser Stelle an ist der Gletscher talabwärts mit Moränenmaterial beladen, doch ist das Eis im allgemeinen gut sichtbar. Der vorderste Teil der Zunge ist durch eine Felsstufe völlig vom Hauptgletscher abgetrennt (F. Viviani).
- 104 Basodino. Vermessungsflug durch L+T am 3.9.71 (Verfasser).
- 105 Rossboden. Vermessungsflug durch L+T am 16.9.71 (Verfasser).

Tabelle 8. Länge und Längenänderung des Trientgletschers, ermittelt aus verschiedenen kartographischen Darstellungen.

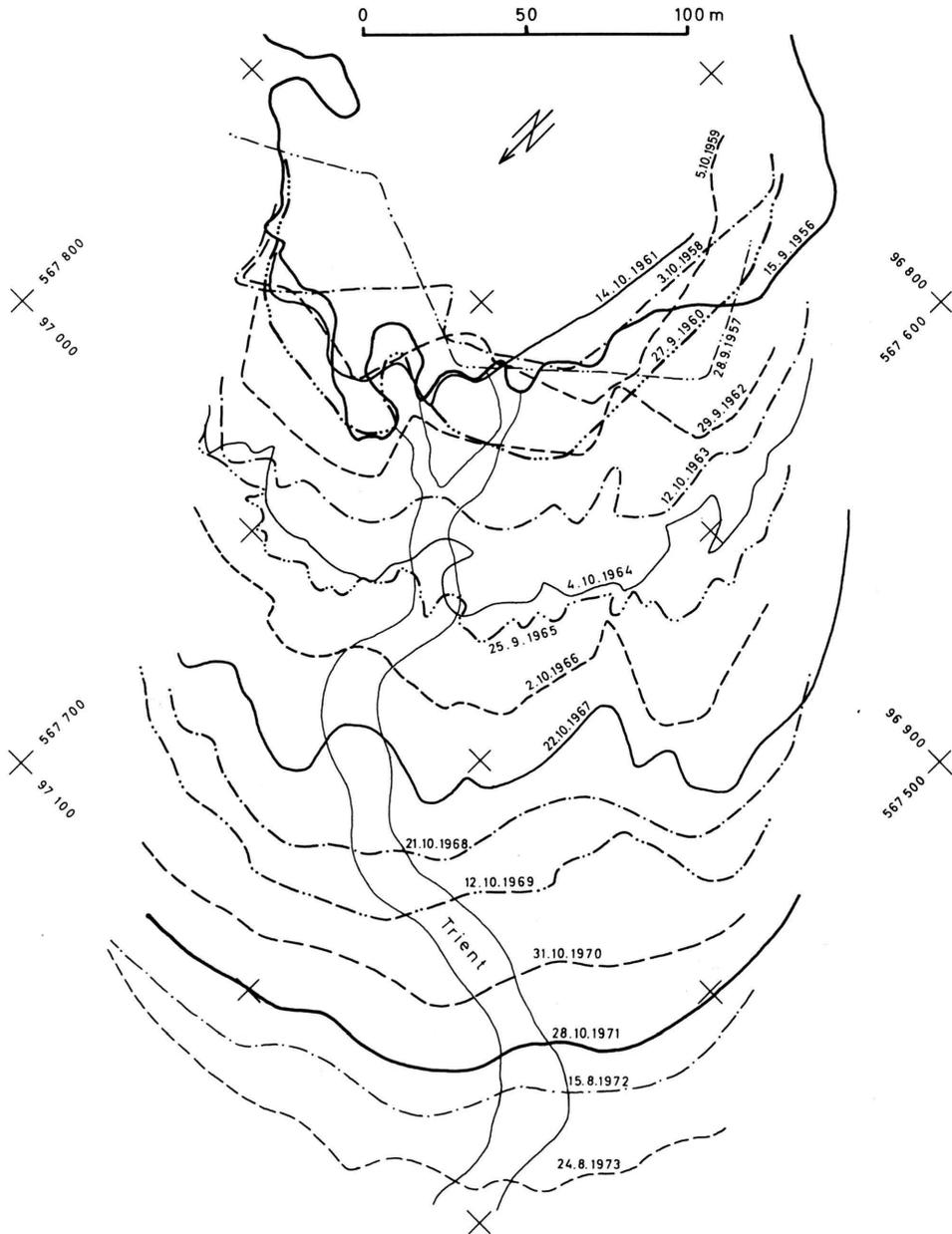
Stand im Jahre	Grundlage für die Auswertung			Länge 1) km	Längen-änderung		Vergleichswerte 2) m
	kartographische Aufnahme	Blatt Nr.	Ausgabe (Jahr) oder Autor		seit 1845 km	seit 1878 km	
1845 ³⁾	Uebersichtsplan 1:10 000	564 p	Erstausgabe	6.32 ⁴⁾	0	-	-
1878	Siegfriedatlas 1:50 000	525 bis	Erstausgabe (1878)	5.39 ⁵⁾	-0.93	0	0
1895	Siegfriedatlas 1:50 000	525 bis	1. Nachführung (01)	5.59 ⁵⁾	-0.73	+0.20	+195 (211)
1896	Uebersichtsplan 1:10 000	564 p	Erstausgabe	5.59 ⁶⁾	-0.73	+0.20	+195 (211)
1924	Uebersichtsplan 1:10 000	564 p	Erstausgabe	5.51 ⁷⁾	-0.81	+0.12	+115 (127)
1938 ⁸⁾	Uebersichtsplan 1:10 000	564 p	Erstausgabe	5.30	-1.02	-0.09	- 70
1956	Detailplan ⁹⁾ 1: 1 000		K. Weissmann (57)	4.86	-1.46	-0.53	} -456
1956	Kurvenplan ¹⁰⁾ 1:10 000		Univ. Glasgow (72)	4.86	-1.46	-0.53	
1960	Landeskarte 1:25 000	1345	Erstausgabe (68)	4.88	-1.44	-0.51	} -502
1960	Kurvenplan ¹⁰⁾ 1:10 000		Univ. Glasgow (72)	4.90	-1.42	-0.49	
1971	Kurvenplan ¹⁰⁾ 1: 5 000		Univ. Glasgow (72)	5.06	-1.26	-0.33	-312

Bemerkungen zu den Fussnoten:

- 1) von Punkt 3512 (Petite Fourche) aus gemessene oder berechnete Länge der Gletscherachse. Massgebende Grundlage: Landeskarte 1:25 000, Blatt 1344 und 1345 (1968).
- 2) Summe der in den Berichten der Gletscherkommission publizierten Werte, ergänzt für die Jahre 1898-1904 und 1911-1913 nach einem Bericht von J. Guex: "Au glacier du Trient 1878 -1928" in der Zeitschrift "Die Alpen", Jahrgang 5, Heft 1 (1929). Dieser Publikation entnommene Zahlen sind in Klammern gesetzt.
- 3) stellvertretend für die Hochstände um 1600, 1820 und 1850. Die Jahrzahl 1845 bezieht sich auf eine entsprechende Angabe im 2. Gletscherbericht (1881).
- 4) gemessen bis zu den grossen Blöcken im Trientbach, ca. 50 m unterhalb der Brücke beim Chalet du glacier.
- 5) ermittelt durch Vergleich der betreffenden Karte mit dem Uebersichtsplan 1:10 000 (1938).
- 6) gemessen bis zum vorderen Wall im Gebiet "Moraine" des Uebersichtsplanes 1:10 000 (1938).
- 7) gemessen bis zum hinteren Wall im Gebiet "Moraine" des Uebersichtsplanes 1:10 000 (1938).
- 8) Aufnahmejahr für das Gletscherende. Blatt 564 p des Uebersichtsplanes ist nach Aufnahmen in der Periode 1928-1938 zusammengestellt worden.
- 9) luftphotogrammetrische Aufnahme durch das Vermessungsbüro K. Weissmann, Zürich, vom Jahr 1956.
- 10) Aufnahme durch Diplomanden des Department of Geography der Universität Glasgow unter der Leitung von G. Petrie, vom Jahr 1971.

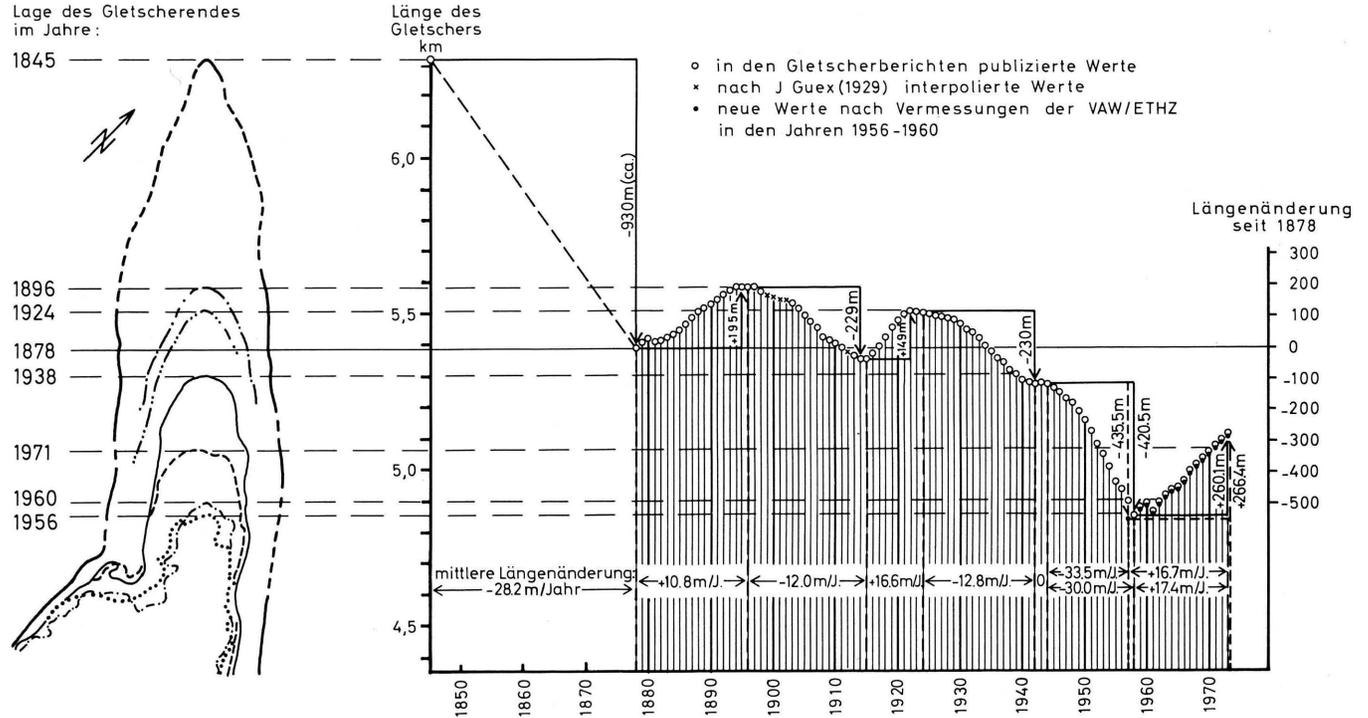
Zungenstände des Trientgletschers 1956 - 1973

nach den Vermessungen der VAW/ETHZ (1956-1960) und der
Gletscherkommission der SNG (1961-1973; J. Penist und P. Mercier)



Zungenstände und Längenänderung des Trientgletschers 1845 - 1973

(vergleiche Tabellen 8 und 9)



- Gletscherstände nach Übersichtsplan 1:10 000, Bl.564 p:
- 1845 und frühere Hochstände (ausgezogene Linie Moränenwall erhalten).
 - 1896 Vorstossmoräne, stellenweise verschwemmt.
 - 1924 Vorstossmoräne, stellenweise verschwemmt.
 - 1938 Lage des Gletscherrands im August.
- Gletscherstände nach Aufnahmen der Universität Glasgow:
- 1956 Lage des Gletscherrands am 15. September.
 - - - - 1960 Lage des Gletscherrands am 29. September.
 - - - - 1971 Lage des Gletscherrands am 10. August.

Längsachse des Gletschers (Stand 1938)

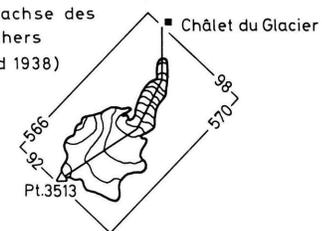


Tabelle 9. Längenänderung des Trientgletschers seit 1878 nach den jährlichen Messungen der Gletscherkommission der SNG

Jahr	Änderung seit 1878 in m		Jahr	Änderung seit 1878 in m		Jahr	Änderung seit 1878 in m		Jahr	Änderung seit 1878 in m	
	Gletscher- berichte 1)	J. Guex (1929) 2)		Gletscher- berichte 1)	J. Guex (1929) 2)		Gletscher- berichte 1)	Gletscher- berichte 1)		VAW/ETHZ 5)	
1879	+ 17.5	+ 20.	1904	+ 128.5	+ 144.5	1929	+ 92		1954	- 381.5	
1880	+ 31	+ 35	1905	+ 104.5	+ 120.5	1930	+ 75		1955	- 435.5	
1881	+ 22.5	+ 28	1906	+ 86.5	+ 102.5	1931	+ 58.5		1956	- 455.5	- 530 6)
1882	+ 26.5	+ 31	1907	+ 65.5	+ 81.5	1932	+ 48.5		1957	- 492.5	- 550.5 7)
1883	+ 36.5	+ 41	1908	+ 38.5	+ 54	1933	+ 32.5		1958	- 535.5	- 535.8 7)
1884	+ 46.5	+ 51	1909	+ 24	+ 39.5	1934	+ 7.5		1959	- 515.5	- 527.5 7)
1885	+ 58.5	+ 63	1910	+ 17	+ 32.5	1935	- 12.5		1960	- 501.5	- 510.2 7)
1886	+ 78	+ 83	1911	+ 1	+ 16.5	1936	- 32.5		1961	- 527.6	- 536.3
1887	+ 97.5	+ 105	1912	- 15.5 4)	0	1937	- 44.5		1962	- 498.1	- 506.8
1888	+ 117.5	+ 125	1913	- 26	- 16	1938	- 69.5		1963	- 475.1	- 483.8
1889	+ 128.5	+ 137	1914	- 34	- 24	1939	- 84		1964	- 457.0	- 465.7
1890	+ 141	+ 151	1915	- 34	- 24	1940	- 103		1965	- 448.9	- 457.6
1891	+ 158	+ 167	1916	- 19	- 9	1941	- 109		1966	- 425.2	- 433.9
1892	+ 173	+ 186	1917	+ 7	+ 17	1942	- 115		1967	- 398.0	- 406.7
1893	+ 185	+ 201	1918	+ 34	+ 44	1943	- 112		1968	- 374.2	- 382.9
1894	+ 193	+ 209	1919	+ 65	+ 75	1944	- 115		1969	- 359.1	- 367.8
1895	+ 195	+ 211	1920	+ 89	+ 99	1945	- 130		1970	- 334.1	- 342.8
1896	+ 195	+ 211	1921	+ 109	+ 119	1946	- 146		1971	- 312.3	- 321.0
1897	+ 194	+ 210	1922	+ 115	+ 125	1947	- 163		1972	- 297.9	- 306.6
1898	+ 181	+ 197	1923	+ 115	+ 126	1948	- 178		1973	- 275.4	- 284.1
1899	3)	+ 190	1924	+ 115	+ 127	1949	- 206				
1900	3)	+ 184	1925	+ 110	+ 122	1950	- 232				
1901	3)	+ 177	1926	+ 104	+ 166	1951	- 268				
1902	3)	+ 172	1927	+ 102	+ 114	1952	- 311				
1903	+ 146.5	+ 162.5	1928	+ 97	+ 109	1953	- 345.5				

Fussnoten zu Tabelle 9.

- 1) Summe der in den Berichten der Gletscherkommission publizierten Werte. In Jahren mit Ergebnissen von mehr als einer Messlinie ist der Mittelwert berücksichtigt worden.
- 2) Im Bericht "Au glacier du Trient 1878-1928" von J. Guex in Heft 1, Jahrgang 5, der Zeitschrift "Die Alpen" (1929) veröffentlichte Summenwerte, denen (vermutlich) die Messungen auf der Längsachse des Gletschers allein zugrunde liegen.
- 3) Der Bericht für das entsprechende Jahr enthält keine Zahlenangabe. Der im Jahr 1903 publizierte Wert von - 34.5 m umfasst die 5 Jahre 1898-1903.
- 4) Die im 33. Gletscherbericht fehlende Zahlenangabe ist nach dem Bericht von J. Guex ergänzt worden.
- 5) Im Zusammenhang mit hydroglaziologischen Untersuchungen für die Planung der Kraftwerke Emosson ist der Gletscher im Jahre 1956 durch das Vermessungsbüro K. Weissmann luftphotogrammetrisch aufgenommen, das Zungenende in den Jahren 1957 bis 1960 durch die VAW/ETHZ terrestrisch vermessen worden. Die planimetrisch bestimmten, bisher nicht veröffentlichten Werte für die mittlere Längenänderung in den Jahren 1956/57 bis 1959/60 sind nachstehend unter Fussnote 7 angeführt. Seit 1961 sind die Messungen durch P. Mercier, Tolochenaz, und J. Penis (+) auf ähnliche Weise weitergeführt worden. Die früheren Daten sind durch 3 Generationen der Familie Guex in Vevey durch Streckenmessungen auf 1 bis 5 Messlinien gewonnen worden. Ihnen verdanken wir in den Gletscherberichten die lückenlose Datenreihe von 1878 bis 1958, sowie Angaben für die Jahre 1871/72 und 1959/60. 1959 sind die Messungen stellvertretend durch P. Mercier durchgeführt worden.
- 6) Aus dem Vergleich der topographischen Aufnahmen ermittelter Wert aus Tabelle 8.
- 7) Mittlere jährliche Längenänderung 1956 bis 1960 nach den Vermessungen der VAW/ETHZ:

1956/57	- 20.5 m
1957/58	+ 14.7 m
1958/59	+ 8.3 m
1959/60	+ 17.3 m

Die Differenzen mit den Ergebnissen der Streckenmessung ergeben sich in erster Linie aus der damals sehr unregelmässigen Form und ungleichmässigen Lageänderung des Gletscherendes.

3.3. Bildseiten

Bildlegenden

- 1 Stirn des Trientgletschers am 11. Juni 1971. Der Bildausschnitt zeigt den mittleren Teil der auf Bild 3 in ganzer Breite sichtbaren Vorstossfront. Das auf Bild 2 dargestellte Gletschertor befindet sich am linken Bildrand. Im Vordergrund liegt Lawinenschnee, der vom Gletscher überfahren wird (s.a. Bild 2). Die in früheren Jahren die Gletscherstirn umsäumende Blockmoräne (s. Bild III im 85. Bericht) ist nur noch stellenweise (z.B. am linken Bildrand) sichtbar, da sie in der Zwischenzeit offensichtlich in buchstäblichem Sinne "unter das Eis gegangen" ist.
- 2 Tor des Trientgletschers am 11. Juni 1971. Das Fehlen eines offenen Gewölbes über dem Gletscherbach ist für vorstossende Gletscher typisch. Die unterste, bis in Brusthöhe der dunkelgekleideten Person reichende, seitlich durch die Personen mit dunkler Hose und heller Bluse begrenzte linsenförmige Schicht besteht aus verfirtem Schnee, der vom Gletscher überfahren wurde.
- 3 Zunge des vorstossenden Trientgletschers am 11.6.1971. Seit 1958 war der Gletscher ständig im Vormarsch, ausser 60/61, wo er zurückging. Das Bild zeigt deutlich die für aktiv vorstossende Gletscher typische Tatzenform der Zunge, die sich aus der starken Aufwölbung der Stirn und der radialen Zerspaltung der Steilfront ergibt. Der Halbkreis gibt die Lage des in Bild 2 gezeigten Gletschertors an.

Aufnahmen 1 - 3 : Peter Kasser, VAW/ETH, Zürich.

- 4 Die Zunge des Unteren Grindelwaldgletschers am 3.9.1971. Der Ausschnitt aus der senkrechten Luftaufnahme No. 4423 der L+T zeigt den gegenwärtig noch schwindenden vordersten Teil der Zunge (= Unteres Eismeer) und den untersten Teil ihrer Zuflüsse: Oberes Eismeer (links oben) und Fieschergletscher (rechts oben), die sich am Zäsenberg vereinigen. Ihr deutlich aufgewölbter und stark zerspaltener Rand, beim Fieschergletscher besonders gut erkennbar, ist als Anzeichen eines Vorstosses zu werten, der das Zungenende noch nicht erreicht hat. Der Kreis mit dem Pfeil beim Buchstaben A gibt den ungefähren Aufnahmestandort von Bild 5 an. Der Buchstabe B bezeichnet die Lage des Gletscherendes, C die auf Bild 5 gut sichtbaren Ablagerungskegel der durch die "Schlosslouinen" auf den Unteren Gletscher abstürzenden Eisabbrüche am Kallifirn. Links im Bild die Hütten und Gemäuer von Bäregg und Stieregg mit dem Hüttenweg nach Schwarzegg und Strahlegg.

- 5 Das Zungenende des Unteren Grindelwaldgletschers am 31.10.1971, aufgenommen vom Fotopunkt 1967 der Gletscherkommission (A in Bild 4). Oben rechts und in der Schlucht Ablagerungskegel der "Schlosslouinen". Oben links die Eisbrüche des Fieschergletschers, die "heisse Platte" umschliessend, welche auf Bild 4 am oberen Bildrand rechts gerade noch sichtbar ist.

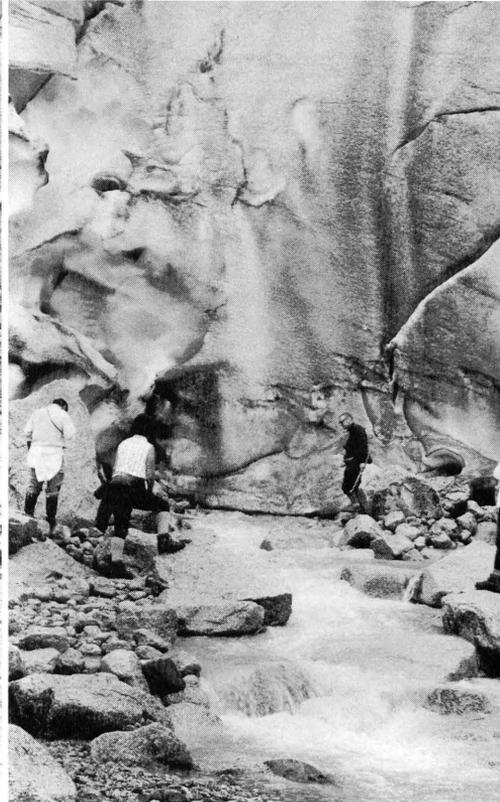
Aufnahme Hans Boss, Zweilütschinen.

- 6 Der Ammertengletscher am 19.9.1971, aufgenommen vom Ammertenspitz (2613,4 m ü. M.) Die Aufnahme zeigt den östlichen Teil des Gletschers, der vom Grossestrubel (3242,6 m ü. M.) zwischen Ammertengrat (am linken Bildrand) und Ammertenhorn (2666 m ü. M. : gerade ausserhalb des rechten Bildrands) ins Ammertental herunterfliesst. Besonders bemerkenswert ist die starke Schuttbedeckung der Zunge und die Auffächerung der bei den Vorstössen des Gletschers in historischer Zeit abgelagerten Moränen (unten links).

Aufnahme Erwin Hodel, Gsteigwiler.



1



2

3









3.4. Massenbilanzen

Alle in Tabelle 10 angeführten Gletscher erlitten im Berichtsjahr beträchtliche Substanzverluste, die zu den höchsten der letzten 12 Jahre gehören und die bescheidenen bis mässigen Gewinne von 1965 bis 1970 merklich, bei Gries und Limmern sogar ganz reduziert haben. Beim Gries war mit einer spezifischen Haushaltszahl von - 1069 Millimeter Wasserhöhe der grösste Verlust seit Beginn der Messungen im Jahre 1961 zu verzeichnen. Nur im ersten Haushaltsjahr (1960/61) war das Defizit ebenso gross (- 1068 mm), in den übrigen Schwundjahren, auch 1963/64, stets bedeutend kleiner. Die

Tabelle 10. Jährliche Massenbilanzen einiger Gletscher.

Gletscher	Bilanzjahr	Gletscher- fläche km ²	Gesamt- bilanz B _a 1)	Spezifische Bilanz b _a	Gleich- gewichts- grenze m ü. M.
			10 ³ m ³ Eis	kg/m ² 2)	
3 Gries	11.10.68- 7.10.69	6.38 3)	+ 1907	+ 269	2740
	7.10.69-12.10.70	6.38 3)	- 3678 4)	- 519 4)	3040
	12.10.70- 9.10.71	6.30 5)	- 7483 4)	- 1069 4)	3080
5 und 6 Aletsch	1.10.68-30. 9.69	123.71 6)	+ 44125	+ 321	
	1.10.69-30. 9.70	123.26 7)	- 17696	- 129	
	1.10.70-30. 9.71	122.64 8)	- 99018 9)	- 727 9)	
78 Limmern	9. 9.68- 5. 9.69	3.29 10)	- 512	- 140	2740
	5. 9.69- 6. 9.70	3.29 10)	- 578 4)	- 158 4)	2820
	6. 9.70-11. 9.71	3.29 10)	- 4884 4)	- 1336 4)	2930
90 Silvretta	24. 9.68-25. 9.69	3.33 11)	- 1088	- 294	2800
	25. 9.69-26. 9.70	3.33 11)	+ 266 4)	+ 72 4)	2730
	26. 9.70-24. 9.71	3.33 11)	- 3282 4)	- 887 4)	2880

Fussnoten:

- 1) Mit einer Dichte des Eises von 0.9 g/cm³ gerechnet.
- 2) 1 kg/m² entspricht 1 Millimeter Wasserhöhe.
- 3) Fläche vom 1.9.67.
- 4) Berechnet nach Zonen gleicher spezifischer Bilanzen (Fleckenmethode). Die Werte für 1968/69 sind unter Annahme einer empirischen Höhenbeziehung für Nettoakkumulation bzw. Nettoablation ermittelt worden. Nach dieser Methode ergaben sich für 1969/70 und 1970/71 folgende Werte:

	B _a 10 ³ m ³ Eis		b _a kg/m ²	
	1969/70	1970/71	1969/70	1970/71
Gries	- 3 332	- 7 343	- 470	- 1 049
Limmern	- 728	- 5 037	- 199	- 1 378
Silvretta	+ 278	- 3 356	+ 75	- 907

- 5) Geschätzte Fläche für den 9.10.71.
- 6) Geschätzte Fläche für den 13.9.69.
- 7) Geschätzte Fläche für den 11.9.70.
- 8) Geschätzte Fläche für den 11.9.71.
- 9) Mit vorläufigen Angaben für die Abflusswerte gerechnet nach der hydrologischen Methode.
- 10) Fläche vom 11.9.59.
- 11) Fläche vom 2.10.56.

grössten spezifischen Verluste erlitt der Limmern, sowohl im Berichtsjahr mit einer Haushaltszahl von - 1336 Millimeter als auch im Extremjahr 1963/64 (- 1833 mm); die kleinsten Verluste erlitt der Aletsch mit - 727 Millimeter (bzw. - 1293 mm). Beim Silvretta, der mit - 887 mm (bzw. - 1495 mm) zwischendrin liegt, war auch noch das Jahr 1962/63 (- 1022 mm) verlustreicher als 1970/71. Nach den Messungen von A. Flotron dürften auch die Aaregletscher von erheblichen Massendefiziten betroffen worden sein, denn in allen Oberflächenprofilen ergab sich eine deutliche Abnahme der Eisdicke, wobei die mittlere Abnahme in den einzelnen Profilen von 0,9 bis 3,4 Meter variierte. Die nur für das Zungengebiet aufgestellte Volumenbilanz ergab mit - 29,2 Millionen Kubikmeter Verluste, die um 40 % über dem langjährigen Mittelwert liegen.

Tabelle 11. Griesgletscher. Mittlere spezifische Massenbilanz 1970/71 für Höhenstufen von 100 m. Bilanzjahr: 12. 10. 1970 - 9. 10. 1971.

Höhenstufen	Fläche	Massenbilanz	Mittlere spezifische Massenbilanz
m ü. M.	km ²	10 ⁶ m ³ Wasser	kg/m ²
3400 - 3300	0.009	+ 0.002	+ 222
3300 - 3200	0.134	+ 0.018	+ 134
3200 - 3100	0.502	+ 0.003	+ 6
3100 - 3000	1.574	- 0.442	- 281
3000 - 2900	0.995	- 0.536	- 539
2900 - 2800	0.715	- 0.588	- 822
2800 - 2700	0.570	- 0.697	- 1 223
2700 - 2600	0.978	- 2.105	- 2 152
2600 - 2500	0.575	- 1.456	- 2 532
2500 - 2400	0.248	- 0.935 2)	- 3 770
3400 - 2400	6.300	- 6.736	- 1 069

Fussnoten:

- 1) Die Uebearbeitung der Kartengrundlage vom 1.9.67 ergab neue, von den im 91. Bericht publizierten Zahlen abweichende Werte. Die Flächenverluste am Zungenende bis zum 9.10.1971 sind berücksichtigt worden.
- 2) Einschliesslich der im Kontakt mit dem Stausee vom Zungenende abgeschmolzenen Eismasse.

Abbildung 7

GRIESGLETSCHER

Massenbilanz 1970/1971

Einzugsgebiet des Stausees Gries $F = 10,18 \text{ km}^2$
Vergletschertes Gebiet $G = 6,30 \text{ km}^2$ (Stand 9.10.1971) $\frac{G}{F} = 61.9 \%$
Mittlere spezifische Massenbilanz 12.10.1970 – 9.10.1971 = -1069 kg m^{-2}
Lage der Gleichgewichtslinie 9.10.1971 = 3080 m ü.Meer
Zungenänderung 18.10.1970 – 13.10.1971 = $-18,6 \text{ m}$

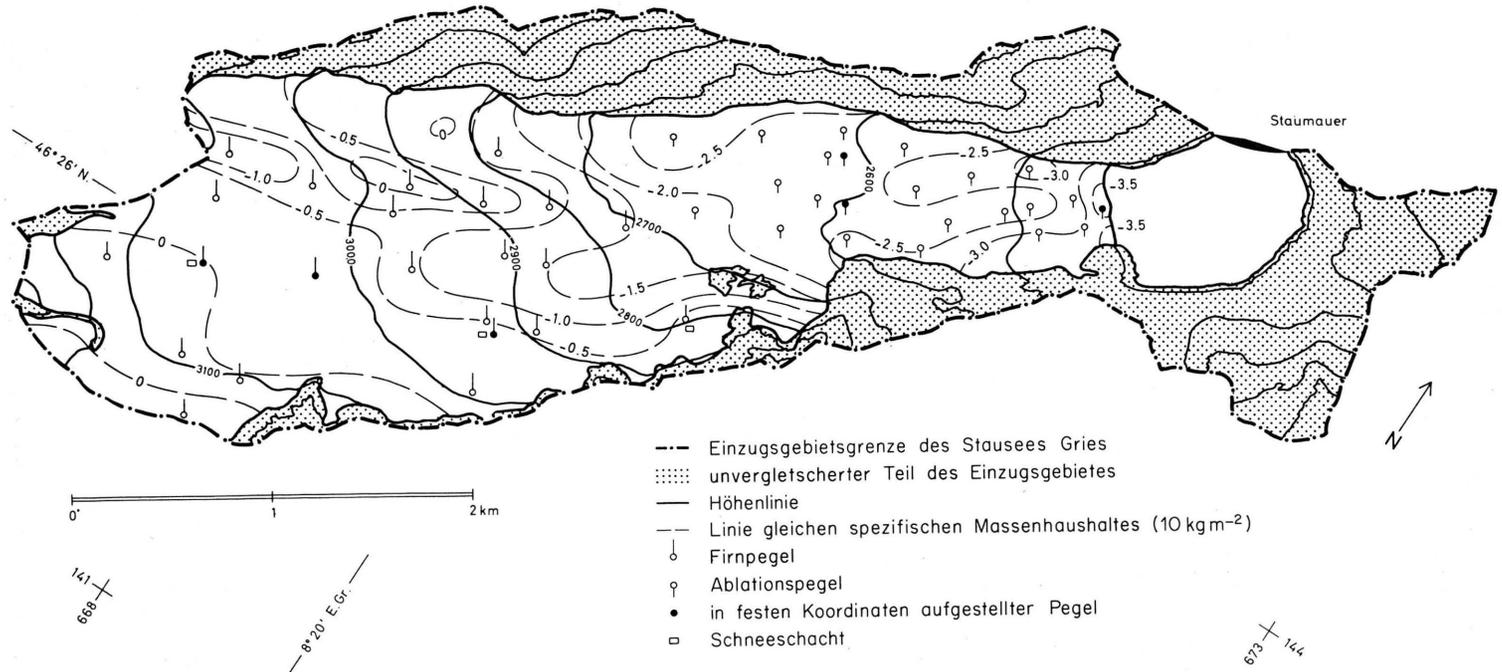


Tabelle 12. Limmern- und Plattalvagletscher: mittlere spezifische Massenbilanz 1970/71 für Höhenstufen von 100 m.

Bilanzjahr: 6. 9. 1970 - 11. 9. 1971.

Höhenstufen	Fläche 1)	Massenbilanz	Mittlere spezifische Massenbilanz
m ü. M.	km ²	10 ⁶ m ³ Wasser	kg/m ²
3400 - 3300	0.060	+ 0.013	+ 217
3300 - 3200	0.034	+ 0.007	+ 206
3200 - 3100	0.012	+ 0.003	+ 250
3100 - 3000	0.083	+ 0.001	+ 12
3000 - 2900	0.275	- 0.134	- 487
2900 - 2800	0.561	- 0.359	- 640
2800 - 2700	0.955	- 1.285	- 1 346
2700 - 2600	0.542	- 0.953	- 1 758
2600 - 2500	0.245	- 0.474	- 1 935
2500 - 2400	0.208	- 0.518	- 2 490
2400 - 2300	0.130	- 0.334	- 2 569
2300 - 2200	0.133	- 0.272	- 2 045
2200 - 2100	0.052	- 0.091	- 1 750
3400 - 2100	3.290	- 4.396	- 1 336

- 1) Die Uebersarbeitung der Kartengrundlage vom 11. 9. 59 ergab neue, von den im 91. Bericht publizierten Zahlen abweichende Werte. Die jährlichen Flächenverluste sind nicht in Rechnung gestellt worden.

Tabelle 13. Silvrettagletscher: mittlere spezifische Massenbilanz 1970/71 für Höhenstufen von 100 m.

Bilanzjahr: 26. 9. 1970 - 24. 9. 1971.

Höhenstufen	Fläche 1)	Massenbilanz	Mittlere spezifische Massenbilanz
m ü. M.	km ²	10 ⁶ m ³ Wasser	kg/m ²
3100 - 3000	0.256	+ 0.143	+ 559
3000 - 2900	0.591	+ 0.077	+ 130
2900 - 2800	0.632	- 0.199	- 315
2800 - 2700	0.840	- 0.682	- 812
2700 - 2600	0.538	- 0.804	- 1 494
2600 - 2500	0.369	- 1.015	- 2 751
2500 - 2400	0.104	- 0.474	- 4 558
3100 - 2400	3.330	- 2.954	- 887

- 1) Die Uebersarbeitung der Kartengrundlage vom 2. 10. 1956 ergab neue, von den im 91. Bericht publizierten Zahlen abweichende Werte. Die jährlichen Flächenverluste sind nicht in Rechnung gestellt worden.

Abbildung 8

LIMMERN-und PLATTALVAGLETSCHER

Massenbilanz 1970/1971

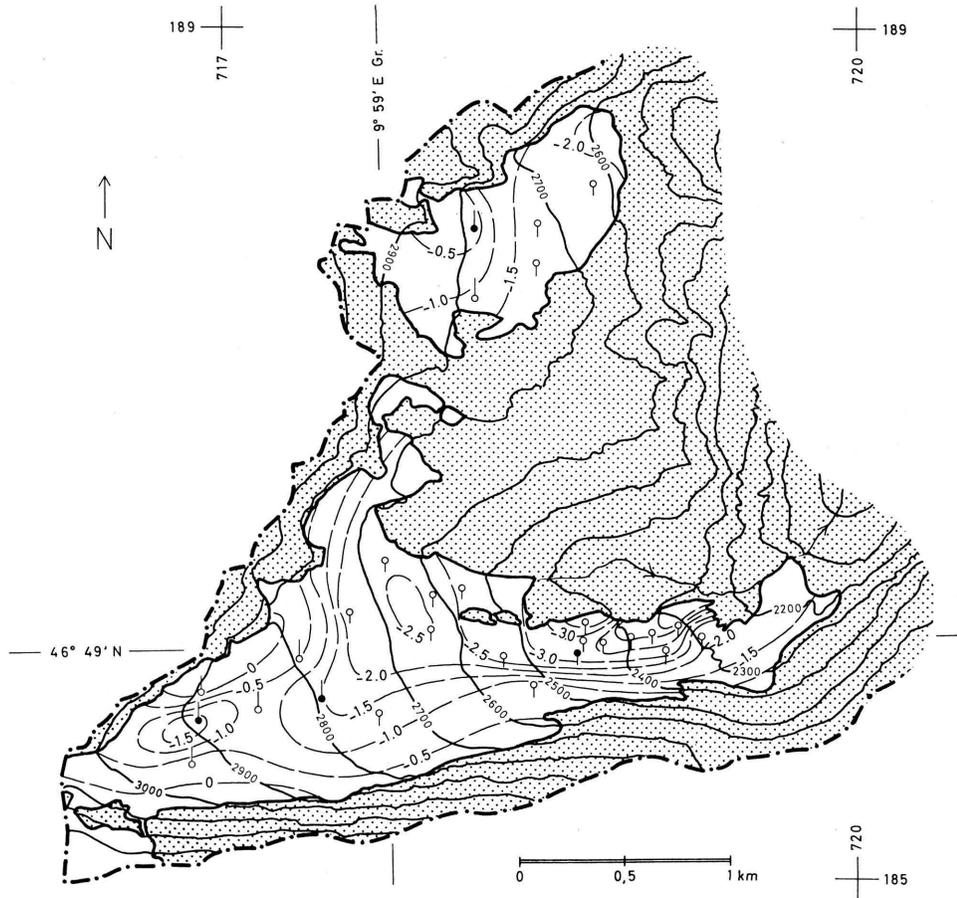
Gletscherfläche (beide Gletscher) $F = 3.29 \text{ km}^2$ (Stand 11.9.1959)

Mittlere spezifische Massenbilanz 6.9.1970–11.9.1971 = -1336 kg m^{-2}

Lage der Gleichgewichtslinie 9.9.1971 = 2930 m.ü.M.

Zungenänderung: Limmerngletscher 2.9.1970–13.9.1971 = -10.8 m

Plattalvagletscher 10.9.1970–9.9.1971 = -9.4 m



- Einzugsgebietsgrenze
- unvergletschter Teil des Einzugsgebietes
- Höhenlinie
- - - Linie gleichen spezifischen Massenhaushaltes (10 kg m^{-2})
- Firnpegel
- ♀ Ablationspegel
- in festen Koordinaten aufgestellter Pegel

SILVRETTAGLETSCHER

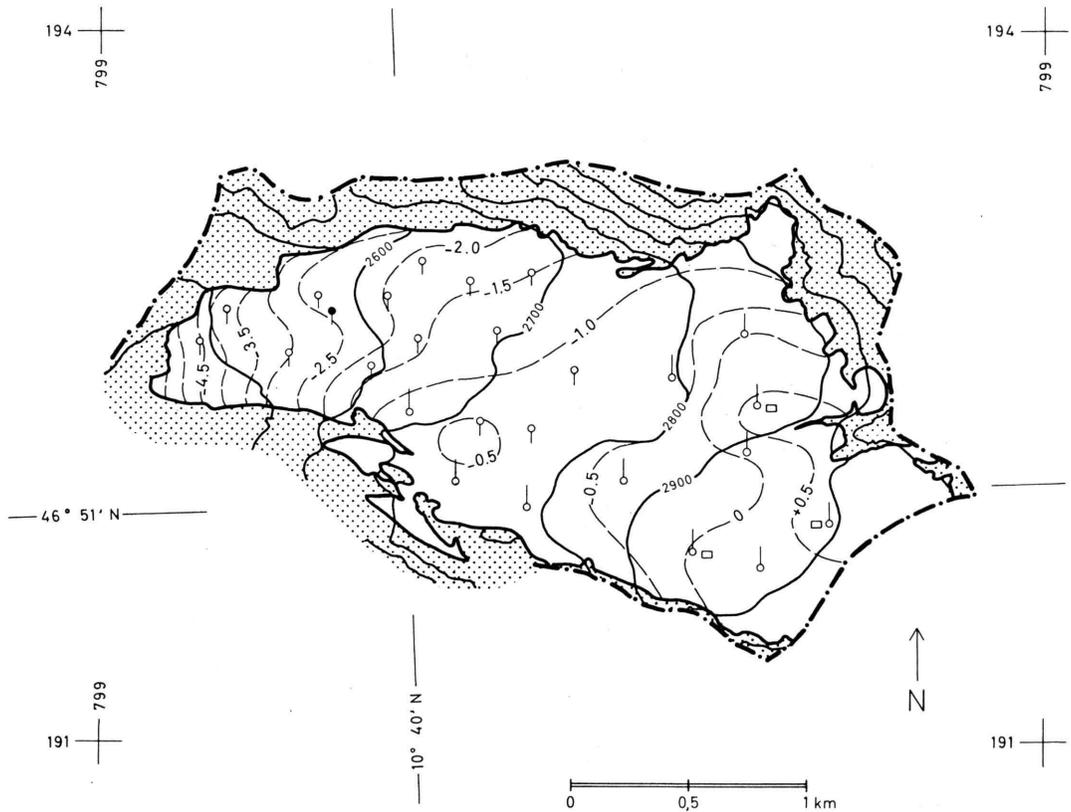
Massenbilanz 1970/1971

Gletscherfläche $F = 3.33 \text{ km}^2$ (Stand 2.10.1956)

Mittlere spezifische Massenbilanz 26.9.1970 – 24.9.1971 = -887 kg m^{-2}

Lage der Gleichgewichtslinie 23.9.1971 = 2880m.ü.M

Zungenänderung 24.9.1970 – 23.9.1971 = -8.4 m



- Einzugsgebietsgrenze
- ⋯ unvergletscherter Teil des Einzugsgebietes
- Höhenlinie
- - - Linie gleichen spezifischen Massenhaushaltes (10 kg m^{-2})
- Firnpegel
- ⊙ Ablationspegel
- in festen Koordinaten aufgestellter Pegel
- Schneeschacht

Tabelle 14. Winterschneedecke, spezifische Massenbilanz und Höhenänderung der Gletscheroberfläche in ausgewählten Punkten verschiedener Gletscher im Jahre 1970/71.

Gletscher	Höhe	h_{\max} 1)	(b) 1)	b_a^* 2)	(b_a) 2)	ΔH in m 3)
Messstelle	m ü. M.	in cm (Periode)	in g/cm^2	in cm (Periode)	in g/cm^2	(Periode)
3 Gries 4), 8)						
Boje I	3050			- 5 (15.10.70- 7.10.71)	(+ 2)	- 1.1 (14.10.70- 7.10.71)
Boje II	3020			- 53 (15.10.70- 7.10.71)	(- 27)	- 1.4 (14.10.70- 7.10.71)
Boje III	2920			- 83 (16.10.70- 8.10.71)	(- 46)	- 1.3 (15.10.70- 8.10.71)
Boje IV	2600			- 246 (12.10.70- 5.10.71)	(-216)	- 1.1 (13.10.70-12.10.71)
Boje V	2600			- 249 (12.10.70- 5.10.71)	(-218)	- 0.9 (13.10.70-12.10.71)
5 Grosser Aletsch						
Jungfraufirn EGIG 5), 9)	3472			+ 140 (1.10.70-27.10.71)		
Jungfraufirn P5 4),10)	3500	515 (8. 9.70- 7. 7.71)		+ 446 (8. 9.70-10. 9.71)	(+222)	- 1.38 (13. 9.70-12. 9.71)
Jungfraufirn P3 4), 10), 12)	3350	352 (12. 9.70- 7. 7.71)		+ 242 (12. 9.70-13. 9.71)	(+121)	- 1.15 (12. 9.70-13. 9.71)
Jungfraufirn P9 4), 10)	2930	275 (20. 9.70-12. 4.71)		- 40 (20. 9.70-14. 9.71)		
Ewigschneefeld P11 4), 10)	3450	440 (14. 9.70-24. 7.71)		+ 392 (14. 9.70-16. 9.71)	(+199)	- 1.14 (14. 9.70-17. 9.71)
Ewigschneefeld P13 4), 11)	3260	235 (17. 9.70-17. 3.71)		+ 65 (17. 9.70-18. 9.71)	(+ 27)	- 1.18 17. 9.70-18. 9.71)
11 Allalin 4), 13)						
Pegel A VII	3237			- 140 (23. 9.70-22. 9.71)	(-126)	- 0.84 (23. 9.70-22. 9.71)
Pegel A	2861			- 209 (24. 9.70-23. 9.71)	(-188)	- 0.43 (24. 9.70-23. 9.71)
Pegel B	2860			- 211 (24. 9.70-23. 9.71)	(-190)	- 1.07 (24. 9.70-23. 9.71)
Pegel C	2862			- 179 (24. 9.70-23. 9.71)	(-161)	- 0.52 (24. 9.70-23. 9.71)
Pegel D	2875			- 299 (24. 9.70-23. 9.71)	(-269)	- 0.42 (24. 9.70-23. 9.71)
Pegel E	2895			- 262 (24. 9.70-23. 9.71)	(-236)	- 0.63 (24. 9.70-23. 9.71)

Tabelle 14. Fortsetzung.

Gletscher Messstelle	Höhe m ü. M.	h_{\max} 1) in cm (Periode)	(b) 1) in g/cm ² (Periode)	b_a^* 2) in cm (Periode)	(b_a) 2) in g/cm ² (Periode)	ΔH in m 3) (Periode)
<u>37 Giétro</u> 4), 14)						
Pegel P1	3320			0 (13. 8.70-18. 9.71)		- 1.66 (13. 8.70-18. 9.71)
Pegel P2	3270			- 35 (13. 8.70-18. 9.71)		- 1.53 (13. 8.70-18. 9.71)
Pegel P3	3210			- 135 (13. 8.70-18. 9.71)		- 2.13 (13. 8.70-18. 9.71)
<u>78 Limmern</u> 4)						
Boje III 15)	2900			- 198 (6. 9.70- 7. 9.71)	(-158)	- 1.0 (7. 9.70- 6. 9.71)
Boje II 16)	2800			- 190 (8. 9.70- 7. 9.71)	(-133)	- 1.2 (7. 9.70- 6. 9.71)
Boje I 17)	2450			- 357 (3. 9.70-11. 9.71)	(-315)	- 1.1 (3. 9.70- 5. 9.71)
<u>Plattalva</u> 4)						
Boje IV 18)	2800			- 55 (9. 9.70- 8. 9.71)	(-109)	- 1.5 (9. 9.70- 8. 9.71)
<u>Clariden</u> 6), 19)						
Obere Boje 20)	2900	417 (24. 9.70-24. 6.71)	(229)	+ 190 (24. 9.70-27. 9.71)	(+112)	- 0.8 (22. 9.70-27. 9.71)
Untere Boje 21)	2700	372 (22. 9.70-11. 4.71)		- 51 (22. 9.70-27. 9.71)		- 1.6 (22. 9.70-27. 9.71)
Hüttenpegel	2440	240 (24. 9.70-11. 4.71)				
<u>90 Silvretta</u>						
Firnpegel SLF 7), 22)	2750	262 (30. 9.70-12. 5.71)	(111) 23)	24)		
Boje AHG 4), 25)	2570			- 246 (26. 9.70-23. 9.71)	(-221)	- 1.0 (23. 9.70-22. 9.71)
Gletschervorfeld SLF 7)	2460	191 (30. 9.70-11. 5.71)	(95)			

Fussnoten zu Tabelle 14:

Erläuterungen zum Tabellenkopf

- 1) h_{\max} = grösste, im Winterhalbjahr gemessene Schneehöhe in Zentimetern
 b = zugehöriger Wasserwert in g/cm^2
Periode = Zeitintervall, in dem die Schneedecke aufgebaut worden ist.
- 2) b_a^* = am Ende des Bilanzjahres an Pegeln oder durch Sondierungen bestimmter Auftrag oder Abtrag in Zentimetern Schichtdicke, bezogen auf die Oberfläche bei Beginn des Bilanzjahres.
 b_a = zugehöriger Wasserwert oder spezifische Massenbilanz für das unter Periode angegebene Messjahr in g/cm^2 . Die spezifische Massenbilanz b ist die für den angegebenen Zeitabschnitt im Messpunkt gültige Summe $b = c + a$ von Akkumulation c und Ablation a , wobei die Werte von c positiv (Massengewinn), diejenigen von a negativ (Massenverlust) einzusetzen sind.
- 3) ΔH = Dickenänderung in Metern, gleichbedeutend mit der Änderung der zu Beginn und am Schluss der angegebenen Periode durch terrestrische Vermessung bestimmten Höhenkote der Gletscheroberfläche im Schnittpunkt zweier fester Visuren. In diesem Schnittpunkt wird jeweils im Herbst der neue Pegel aufgestellt.

Quellenhinweise

- 4) Messungen der Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der VAW an der ETH Zürich:
Griesgletscher für Kraftwerke Aegina AG
Grosser Aletschgletscher mit der Gletscherkommission der SNG
Allalingsgletscher für Mattmark AG
Giétrogletscher für Kraftwerke Mauvoisin AG
Limmern- und Plattalvagletscher für Nordostschweizerische Kraftwerke AG.
- 5) Messungen der Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (R. Haefeli).
- 6) Messungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Zürich, aus A. Lemans: "Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten", 58. Bericht, Zürich 1971.
- 7) Messungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Davos-Weissfluhjoch, aus A. Lemans: "Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten", 58. Bericht, Zürich 1971,

Technische Bemerkungen zu den einzelnen Messungen

- 8) Zu 3 Gries: Im Firngebiet werden in die Fixpunkte Boje I, II und III jeden Herbst Aluminiumrohre von 6.5 m Länge ($\phi = 35 / 32$ mm), die durch ein aufgestecktes Bambusrohr um 2.5 m verlängert sind, 1.5 bis 2 m tief eingesetzt. Im Ablationsgebiet sind die Fixpunkte Boje IV

und V, in früheren Jahren auch Boje VI, mit gleichen, in 4 m tiefe Bohrlöcher gesteckten Aluminiumrohren ausgerüstet. Boje VI, die im Berichtsjahr in den Bereich der frontalen Ablösspalten geriet, ist unzugänglich geworden und kann nicht mehr unterhalten werden.

Zur Zeit der Messung lag bei allen Bojen Neuschnee. Bezeichnet man die Neuschneehöhe von 1970 mit h_1 , jene von 1971 mit h_2 , die Dicke der im Berichtsjahr zurückgelegten oder abgetragenen Firn- bzw. Eisschicht mit h_f bzw. h_e und die zugehörigen Raumgewichte mit γ_1 , γ_2 und γ_f bzw. γ_e , so gilt:

a) für das Firngebiet:

$b_a^* = h_1 + h_f + h_2$ und $b_a = h_1 \cdot \gamma_1 + h_f \cdot \gamma_f + h_2 \cdot \gamma_2$, wobei die Werte mit h_1 mit negativem, jene für h_f bei Firnzuwachs mit positivem, bei Firnablation mit negativem Vorzeichen einzusetzen sind.

Es ist für: Boje I: $b_a = -75 \cdot 0.442 + 53 \cdot 0.550 + 18 \cdot 0.320 = +2$ cm Wasser
 Boje II: $b_a = -55 \cdot 0.400 - 13 \cdot 0.700 + 15 \cdot 0.300 = -27$ cm Wasser
 Boje III: $b_a = -49 \cdot 0.358 - 44 \cdot 0.700 + 10 \cdot 0.240 = -46$ cm Wasser

b) für das Ablationsgebiet:

$b_a^* = h_1 + h_e + h_2$ und $b_a = h_1 \cdot \gamma_1 + h_e \cdot \gamma_e + h_2 \cdot \gamma_2$, wobei die Werte für die abgetragenen Schichten h_1 und h_e ein negatives Vorzeichen erhalten.

Es ist für: Boje IV: $b_a = -32 \cdot 0.407 - 232 \cdot 0.9 + 18 \cdot 0.342 = -216$ cm Wasser
 Boje V: $b_a = -33 \cdot 0.407 - 234 \cdot 0.9 + 18 \cdot 0.342 = -218$ cm Wasser.

Für das Raumgewicht der Neuschneedecke im Herbst 1970 wurde bei Boje II das arithmetische Mittel der Messwerte von Boje I und III in Rechnung gestellt, bei Boje IV und V der zwischen den beiden Bojen gemessene Wert.

Zu 5 Grosser Aletsch.

9) am EGG-Pegel auf Jungfrauoch bestimmte Zwischenwerte:

Datum	Höhe des Pegels über Schneefläche m	Schneehöhe m	Datum	Höhe des Pegels über Schneefläche m	Schneehöhe m
18. 4.57	7.00	0.00	14. 4.71	2.50	9.80
1. 10.70	2.70	9.60	29. 4.71	2.00	10.30
15. 10.70	2.70	9.60	15. 5.71	2.00	10.30
30. 10.70	2.70	9.60	1. 6.71	1.90	10.40
12. 11.70	2.70	9.60	19. 6.71	1.70	10.60
29. 11.70	2.70	9.60	30. 6.71	1.00	11.30
15. 12.70	2.50	9.80	9. 7.71	0.80	11.50
24. 12.70	2.50	9.80	26. 7.71	1.10	11.20
4. 1.71	2.20	10.10	10. 8.71	1.10	11.20
19. 1.71	2.20	10.10	30. 8.71	1.10	11.20
6. 2.71	2.10	10.20	15. 9.71	0.90	11.40
18. 2.71	2.40	9.90	26. 9.71	1.20	11.10
1. 3.71	2.60	9.70	10. 10.71	1.30	11.00
15. 3.71	2.50	9.80	27. 10.71	1.30	11.00
29. 3.71	2.50	9.80			

- 10) Die Pegel P5, P3, P9 und P11 sind 8 m lange Holzpegel, die ca 1.5 m tief im betreffenden Fixpunkt eingesetzt ist.
- 11) Der Pegel P13 ist ein 6.5 m langes Leichtmetallrohr (\varnothing 35 / 32 mm), das im betreffenden Fixpunkt ca 1.5 - 2 m tief im Firn eingesetzt ist.
- 12) Wegen beginnender Schiefstellung des im Herbst gesetzten Pegels (P3-70-I) wurde im November ein neuer Pegel (P3-70-II) in den Fixpunkt gestellt. Im Dezember zeigte es sich, dass die Schiefstellung von I durch den Bruch einer Schrägstütze verursacht war. Nachdem alle drei Stützen entfernt wurden, richtete sich der Pegel wieder auf. Die angegebenen Bilanzwerte entsprechen dem arithmetischen Mittel der an den beiden Pegeln gemessenen Werte

$$h_{\max} = (h_{\max}^I + h_{\max}^{II}) / 2$$
 bzw.
$$b_a^* = (b_a^{*I} + b_a^{*II}) / 2$$
. Die Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert betrug bei h_{\max} \pm 22 cm, bei b_a^* \pm 15 cm.

zu 11 Allalin:

- 13) Die Pegel werden jeden Herbst auf den Dezimeter genau in die Ausgangslage zurückversetzt. In Punkt A VII wurde ein Bambusrohr 1 bis 1.5 m tief, in den Querprofilpunkten A bis E werden Ablationsstangen 4 m tief eingebohrt. An den Stichtagen waren alle Messpunkte frei von Neuschnee. Die angegebenen spezifischen Bilanzwerte entsprechen also einer reinen Eisablation.

zu 37 Giétro:

- 14) Als Pegel werden in den Fixpunkten 6.5 m lange Leichtmetallrohre (\varnothing 35 / 32 mm) ca 1.5 bis 2 m tief in den Firn gebohrt. Weitere Daten sind in Kapitel 3.5.1 zu finden.

zu 78 Limmern und Plattalva:

- 15) Reine Firnablation; angenommenes Raumbgewicht 0.8 g/cm^3 .
- 16) Reine Firnablation; angenommenes Raumbgewicht 0.7 g/cm^3 .
- 17) Ablation von 347 cm Gletschereis (Raumbgewicht 0.9 g/cm^3) und 10 cm Aufeis (Raumbgewicht 0.3 g/cm^3): $b_a = - 10 \cdot 0.3 - 347 \cdot 0.9 = - 315 \text{ cm Wasser}$.
- 18) Die spezifische Massenänderung bestand auch bei Boje IV aus reiner Firnablation (angenommenes Raumbgewicht 0.65 g/cm^3). ΔH ist wie in den Vorjahren bei Pegel P, ca 200 m südlich von Boje IV bestimmt worden.

zu Clariden:

- 19) Nach A. Lemans wurde das Schneehöhenmaximum vermutlich im März erreicht mit schätzungsweise 475 cm bei der oberen, 425 cm bei der unteren Boje. Nach Mitte Juni wurde ein zweites, wahrscheinlich etwa gleich grosses Schneehöhenmaximum wie im März erreicht, wenige Tage vor der Frühjahrsmessung.
- 20) Am Messdatum lagen eine 11 cm mächtige Neuschnee- und eine 5 cm dicke Eisschicht über dem Firn. Der Pegel war seit dem Vorjahr um 13.9 m nach Ostnordost gewandert. Der Firnzuwachs blieb mit 1.9 m deutlich unter dem Wert von ca 3 m, der nach den bisherigen Beobachtungen nötig wäre, um die Gesamtdicke des Firns stationär zu halten.

21) Bei der unteren Boje schmolz nicht nur der Jahresniederschlag, sondern auch noch vorjähriger harter Firn ab. Die Firngrenze lag bei 2750 m ü. M., das untere Plateau war ganz ausgeapert. Der Pegel verschob sich im Berichtsjahr um 2.9 m nach Südosten. Um die Gletscheroberfläche an dieser Messstelle auf stets gleicher Höhe zu halten, wäre ein Firnzuwachs von ca 1.5 m notwendig.

zu 90 Silvretta:

22) Der Pegel hat sich im Berichtsjahr um 9.0 m nach Südosten verschoben.

23) Einziger gemessener Zwischenwert.

24) Nebst der Winterschneedecke wurden auch noch ältere Firnschichten abgebaut, so dass Ockerflecken von mehreren Jahren und eine alte Pegelstange wieder zum Vorschein kamen. Der Ablationsbetrag lässt sich nicht beziffern, weil die im Herbst 1970 gesetzte Pegelstange aus - schmolz und umfiel. Die Firngrenze lag bei 2850 m ü. M., etwa 100 m höher als der Pegel. Bei 2870 m wurde ein Firnzuwachs von 70 cm, bei 3000 m (beim Silvrettapass) ein solcher von 150 cm gemessen.

25) Die Bilanzwerte (b_a^* , b_a) wurden am Ablationspegel E, ca 80 m südöstlich der Boje, die Höhenänderung ΔH wie üblich in der festgelegten Ausgangslage der Boje bestimmt.

3.5. Messungen an einigen Gletschern im Val de Bagnes

In den Tabellen 15 bis 20 und den Abbildungen 10 bis 16 sind die wichtigsten Ergebnisse der seit 1966 an einigen Gletschern im Einzugsgebiet der Stauanlage Mauvoisin durchgeführten Beobachtungen zusammengefasst. Die Messungen am Giétro und Tournelon Blanc sind durch die VAW/ETHZ die Messungen am Corbassière durch Geometer A. Mathier, Montana (früher Martigny), im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin AG (FMM) durchgeführt worden. Die luftphotogrammetrischen Auswertungen besorgte das Vermessungsbüro Leupin, Bern. Für die seismischen Sondierungen im Sommer 1966 auf dem Giétro ist die Firma Geotest in Bern beigezogen worden.

3.5.1. Messungen am Giétrogletscher

In den Tabellen sind zur Hauptsache die Ergebnisse der jährlich wiederholten Messungen am Pegelnetz zusammengestellt. Ueber die Lage der mit ortsfesten Stahlrohrstativen ausgerüsteten Fixpunkte, sowie der vermessenen Profillinien und Messpunkte gibt Abbildung 10 und die nachstehende Liste der Fixpunktkoordinaten Auskunft.

Fixpunkt (mit Stahlrohrstativ) Nr.	Koordinaten in Metern		Höhe in m ü. M.	
	Y	X	H Boden	H Stativ
1	595 712.50	91 891.12	3437.40	3437.98
2	595 488.04	93 302.47	3314.40	3315.00
4	597 274.35	93 542.90	3333.60	3334.26
6	595 529.11	94 989.99	3118.79	3119.44
7	594 910.34	94 043.80	3094.54	3095.20
8	594 454.24	94 794.15	2939.75	2940.39
9	594 244.19	94 611.26	2813.20	2813.89
10	594 123.63	94 491.88	2725.75	2726.44
11	594 074.03	94 387.95	2667.34	2668.02
15	593 902.86	92 271.36	2553.59	2554.27

Im Firngebiet werden die 3 Pegel P 1, P 2, P 3 (Leichtmetallrohre von 6.5 m Länge und 35/32 mm Ø) alljährlich in ihre Ausgangslage zurückversetzt. Vergleiche auch Tabelle 14 des vorliegenden und des 91., sowie Tabelle 5 des 88. bis 90. Gletscherberichts.

Auf der oberen Zungenterrasse (vgl. Abbildung 4), im Bereich der Gleichgewichtsgrenze, sind im Sommer 1966 10 Holzgestänge von 20 m Länge thermisch in einem Längs- und einem Querprofil eingebohrt worden. Diese Pegel sind - im Gegensatz zu den übrigen Messstellen auf dem Gletscher - nicht in ihre Ausgangslage zurückversetzt worden. Einige sind bereits im Winter 1966/67 in Lawinenablagerungen verschwunden, andere sind in den schneereichen Jahren 1968 bis 1970 eingeschneit und dadurch für einige Jahre der Beobachtung entzogen worden. In den Tabellen 15 bis 17 sind die an den regelmässig beobachteten Messmarken B, C, G und H in Gletschermitte (vgl. Abbildung 10) gewonnenen Daten angeführt. Dabei ist zu beachten, dass diese Daten nicht nur die zeitlich, sondern auch die örtlich bedingten Veränderungen widerspiegeln.

Auf der mittleren und unteren Terrasse (vgl. Abbildung 4) wurden 1966 und 1967 Holzgestänge von 20 und 30 m Länge thermisch eingebohrt. In den folgenden Jahren sind annähernd dieselben Messstellen mit mechanisch eingebohrten, 8 m langen Holzgestängen markiert worden. In den Tabellen 15 bis 17 sind die für gleiche oder nahezu gleiche Pegellagen bestimmten Werte angegeben, wodurch ortsbedingte Variationen in den Zeitreihen der einzelnen Messstellen weitgehend ausgeschaltet sind.

Die wesentlichen Ergebnisse der seismischen Sondierungen, die im Sommer 1966 durch die Firma Geotest, Bern, auf der oberen Zungenterrasse vorgenommen wurden, sind in Abbildung 11 enthalten. Daraus ist ersichtlich, dass in diesem Teil des Gletschers das Eis in einer Mächtigkeit von rund 150 m über ein ziemlich unebenes Bett fließt.

Auf der unteren Zungenterrasse sind zur Bestimmung der Eisdicke, sowie der Form und Neigung des Gletscherbetts im Sommer 1967 durch die VAW/ETHZ mit einem hydrothermischen Gerät (mit geschlossenem Wasserkreislauf) 19 Sondierbohrungen in einigen Fällen bis auf den Fels, in den übrigen Fällen zumindest bis in die mit Moränenmaterial durchsetzten basalen Eisschichten des Gletschers abgetieft worden. Diese Bohrungen, deren Ergebnisse in den Abbildungen 12 und 13 dargestellt und interpretiert sind, lassen erkennen, dass auch der vorderste Teil der Zunge einer durch Terrassenflächen und Abflussrinnen deutlich gegliederten Felsoberfläche aufliegt.

Die Ergebnisse der Bohrungen bildeten zusammen mit der luftphotogrammetrischen Vermessung der Gletscheroberfläche am 5. 9. 1967 die Grundlage für eine zuverlässige Schätzung des Eisvolumens im vordersten, bergseits durch das untere Querprofil begrenzten Teil der Zunge (in Tabelle 18 als Zungenspitze bezeichnet) am erwähnten Aufnahmedatum. Die in Tabelle 18 enthaltenen Volumenangaben für die übrigen Jahre beruhen auf den aus den jährlich aufgenommenen Zungenplänen (Massstab 1 : 2000, mit 20 m-Höhenkurven) für die Zeitintervalle zwischen den Aufnahmedaten berechneten Volumenänderungen. Bei der Berechnung des Eiszuflusses handelt es sich ebenfalls um eine zuverlässige Schätzung der durch das untere Querprofil geflossenen Eismenge, welche aufgrund der aus Sondierbohrungen und jährlicher Oberflächenvermessung im Profil ermittelten Fläche des Durchflussquerschnitts und aufgrund der Bewegungsmessungen an den jährlich ins Profil gestellten Pegeln näherungsweise berechnet wurde. Die Werte für die in Tabelle 18 als Abtrag bezeichnete Bilanzgrösse sind aus der Differenz von Eiszufluss und Volumenänderung gebildet worden. Sie entspricht der Ablation, wobei zu bemerken ist, dass diese im vorliegenden Fall nebst den durch Schmelzung, Verdunstung und Erosion bewirkten Eisverlusten einen Anteil aufweist, welcher den von der Zunge abgebrochenen und im Vor-
gelände abgelagerten Eismassen (schätzungsweise wenige 1000 bis 10 000 m³ im Jahr) entspricht.

Tabelle 15. Gietrogletscher 1966 bis 1971. Höhenänderung der Gletscheroberfläche.

Messbereich Messstelle	1) 1)	Höhe m ü. M.	jährliche Höhenänderung in Metern:					Summe 1966/71
			1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	
Firnggebiet:			Stichtage:					
			7.9.66	5.9.67	16.9.68	12/18.8.69	13.8.70	18.9.71
P 1		3320	-0.8	+1.5	+0.3	+0.8	-1.6	+0.2
P 2		3265	-0.4	+0.8	+0.2	+0.7	-1.5	-0.2
P 3		3205	-0.6	+0.9	+0.7	+0.6	-2.1	-0.5
Zunge:			Stichtage:					
obere Terrasse			7.9.66	6/7.9.67	14.9.68	18.8.69	28.9.70	19.9.71
B		3075	0	+1.5	+1.6	+0.4	-2.8	+0.7
C		3072	-0.5	+1.8	+1.8	0	-1.8	+1.3
mittlere Terrasse			Stichtage:					
			7.9.66	7.9.67	14.9.68	25.9.69	29.9.70	18.9.71
M		2835	+0.6	-1.0	+0.6	+0.4	-1.9	-1.3
untere Terrasse			Stichtage:					
			8.9.66	12.9.67	13.9.68	25/26.9.69	29.9.70	17.9.71
Q		2690	+0.4	+1.9	+0.3	+0.8	-0.2	+3.2
T		2672	+0.7	+1.1	+1.9	+1.0		
U		2650	+0.6	+2.4	+0.4	+1.6	+0.8	+5.8
V		2635	+1.2 2)	+1.4	+2.5	+2.6	-0.3	+7.4
Längsprofil in Höhenstufen von 100 m 3):								
3000 - 3100								+3.6
2900 - 3000								+4.5
2800 - 2900								+3.1
2700 - 2800								+6.4
2600 - 2700								+8.8
2500 - 2600								+16.7
Querprofile 3)								
oberes Querprofil		3035 4)						+3.8
mittleres Querprofil		2835 4)						+5.2
unteres Querprofil		2690 4)						+7.4

1) Die Lage der Messpunkte und Profile ist aus Abbildung 10 zu ersehen.

2) interpolierter Wert

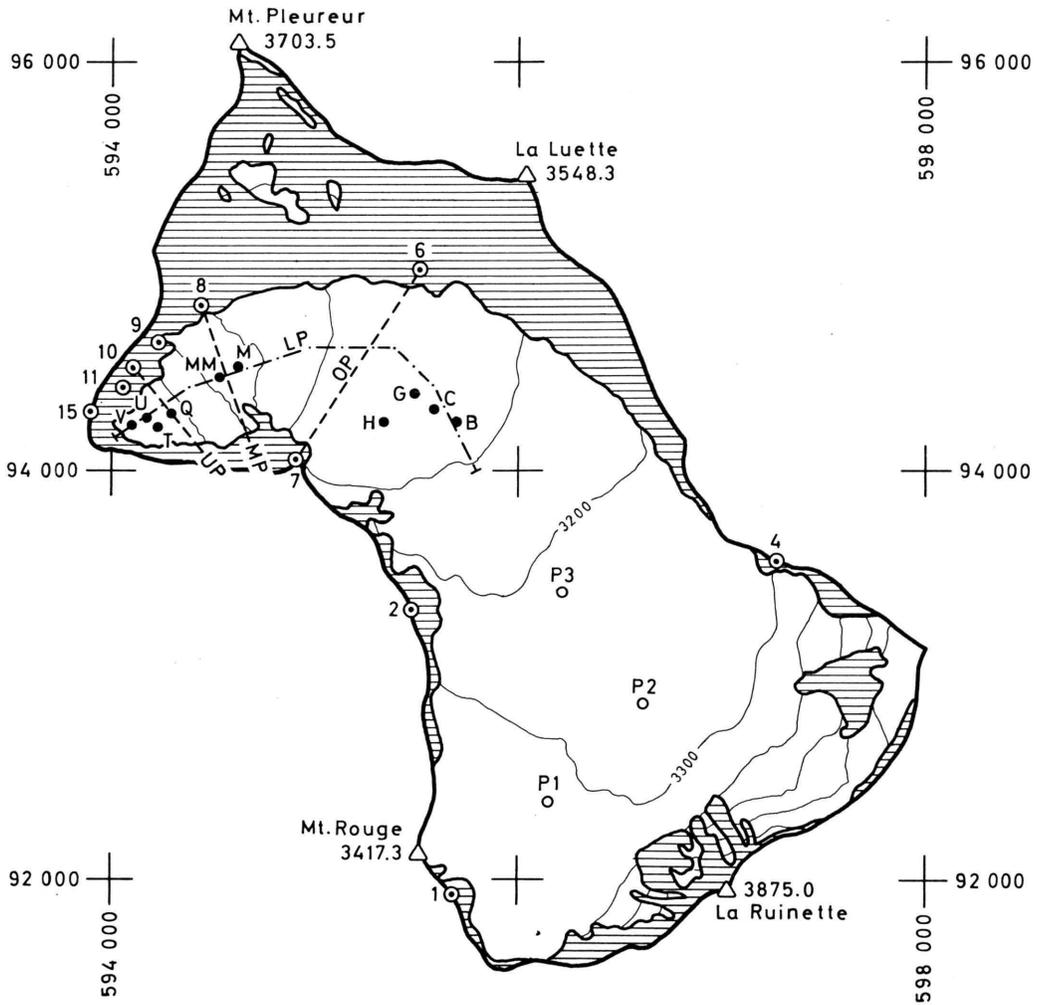
3) Es wurde nur die Gesamtänderung in 5 Jahren für die einzelnen Profilstrecken planimetrisch bestimmt.

4) Angegeben ist die Meereshöhe im Schnittpunkt mit dem Längsprofil.

Giétrogletscher 1966-1971

Lage der Fixpunkte, Messstellen und Profile

Gletscherstand vom 25.8.1964 (nach Landeskarte 1:25 000, Bl.1346)



- ⊙ Vermessungspunkte mit ortsfestem Stahlrohrstativ (1, 2, 4, 6 - 11, 15).
- Firnpegel mit fester Ausgangslage (P1 - P3)
- Ablationspegel (B, C, G, H, M, MM, Q, T, U, V)
- Luftphotogrammetrisch vermessene Oberflächenprofile:
- Querprofile: OP=oberes-, MP=mittleres-, UP=unteres Querprofil
- Längsprofil

Tabelle 16. Giétrogletscher. Spezifische Haushaltszahlen b_a^* für die Jahre 1966/67 bis 1970/71.

Messstelle	Höhe m ü. M.	jährliche spezifische Massenbilanz in cm Schichtdicke					Mittelwert 1966/71
		1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	
Firngebiet:		Stichtage: 7.9.66 5.9.67 16.9.68 12.8.69 13.8.70 16.9.71					
P 1	3320	65	245	130	210	10	132
P 2	3265	85	205	145	210	25	134
P 3	3205	- 25	150	110	140	- 60	63
Zunge:		Stichtage: 1/3.9.66 5/6.9.67 14.9.68 12.8.69 28.9.70 18.9.71					
obere Terrasse							
B	3075	- 85	80	85	20	-260	- 32
C	3070	- 65	120	90	- 65	-250	- 34
G	3060	-100	90			-260	
H	3050	-200	- 90	- 30	- 40	-230	-118
mittlere Terrasse		Stichtage: 4.9.66 6.9.67 13.9.68 25.9.69 29.9.70 17.9.71					
M	2825	-315	-230	-175	-290	-390	-280
MM	2800		-255	-300	-230 1)	-445 2)	
untere Terrasse		Stichtage: 8.9.66 2/8.9.67 13.9.68 25.9.69 29.9.70 17.9.71					
R	2695	-425	-260	-460	-440	-470	-411
Q	2685	-395	-275	-380	-315	-420	-357
P	2680	-480	-390	-385	-390	-470	-423
T	2665	-480	-325	-360	-305 3)	-465 4)	
U	2635	-595	-500	-495	-455	-545 5)	-518 6)
V	2615		-465	-480	-330 1)		

1) Messintervall: 13.8.69 - 12.8.70.

2) Messintervall: 12.8.70 - 7.8.71.

3) Messintervall: 13.8.69 - 11.8.70.

4) Messintervall: 11.8.70 - 5.8.71.

5) Messintervall: 12.8.70 - 7.8.71.

6) Geschätzter Fehler in bezug auf die volle Periode bis September 1971 : höchstens \pm 15 cm.

Tabelle 17. Giétrogletscher 1966 bis 1971. Jahreswerte der Oberflächengeschwindigkeit in Gletschermitte.

Messstelle	Höhe m ü. M.	durchschnittliche Geschwindigkeit in m/Jahr 1)					Änderung % 1966/71
		1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	
Firngebiet:		Stichtage: 7.9.66 5.9.67 16.9./13.8.68 12/18.8.69 13.8.70 6.8.71					
P 1	3320	6.9	5.9	6.5	7.1	6.7	- 2.9
P 2	3265	14.8	12.1	12.9	13.1	12.8	-13.5
P 3	3205	21.5	18.5	20.2	19.9	19.7	- 8.4
Zunge:		Stichtage: 7.9.66 6/7.9.67 14.9.68 18.8.69 28/29.9.70 19.9.71					
obere Terrasse							
B	3075	35.3	34.0	37.0	36.3	36.7	+ 4.0
C	3070	34.6	34.2	37.8	38.1	40.4	+16.8
G	3060	36.8	37.6	44.2 2)		47.7	+29.6
H	3050	36.7	37.2	41.7	44.4	45.8	+24.8
mittlere Terrasse		Stichtage: 7.9.66 7.9.67 14.9.68 25.9.69 29.9.70 18.9.71					
M	2825	86.7	84.9	90.6	96.8	96.3	+11.1
		Stichtage: 21.8.67 16.8.68 18.8.69 14.8.70 5.8.71					
MM	2800		86.9	91.6	99.3	100.9	
untere Terrasse		Stichtage: 8.9.66 12.9.67 13.9.68 25.9.69 29.9.70 5/7.8.71					
Q	2685	56.5	56.9	59.9	65.3	68.8 3)	+21.8
T	2665	54.9	56.0	59.0	62.8 4)	69.0 5)	+25.7
U	2635	52.1	54.1	57.0	63.5	68.8 3)	+31.5
V	2615		46.4	50.3	56.2 6)	-	

- 1) Resultierende aus Horizontal- und Vertikalkomponente, welche zufolge der z. T. beträchtlichen Neigung der Verschiebungsvektoren die effektiven Geschwindigkeitsverhältnisse besser wiedergibt als die bei flachen Gletschern üblicherweise allein in Betracht gezogene Horizontalkomponente.
- 2) Durchschnittswert für 2 Jahre.
- 3) Messintervall: 14.8.70 - 5./7.8.71.
- 4) Messintervall: 15./16.8.69 - 14.8.70.
- 5) Messintervall: 14.8.70 - 5.8.71.
- 6) Messintervall: 18.8.69 - 14.8.70.

Abbildung 11

Giétrogletscher

Seismische Sondierungen auf der oberen Zungenterrasse
durch GEOTEST AG Bern, im Sommer 1966

Legende:

-  Geophon-Auslagen A_s-C_s
-  Höhenkote der Reflexionselemente (m.ü.M.)
-  Höhenlinien an der Oberfläche, Aequidistanz 20m
-  10m Zwischenkurven
-  Gletscherrand
-  Höhenlinien des Gletscheruntergrundes nach seismischen Sondierungen, Aequidistanz 20m
-  10m Zwischenkurven
-  Mutmasslicher Verlauf der Höhenlinien

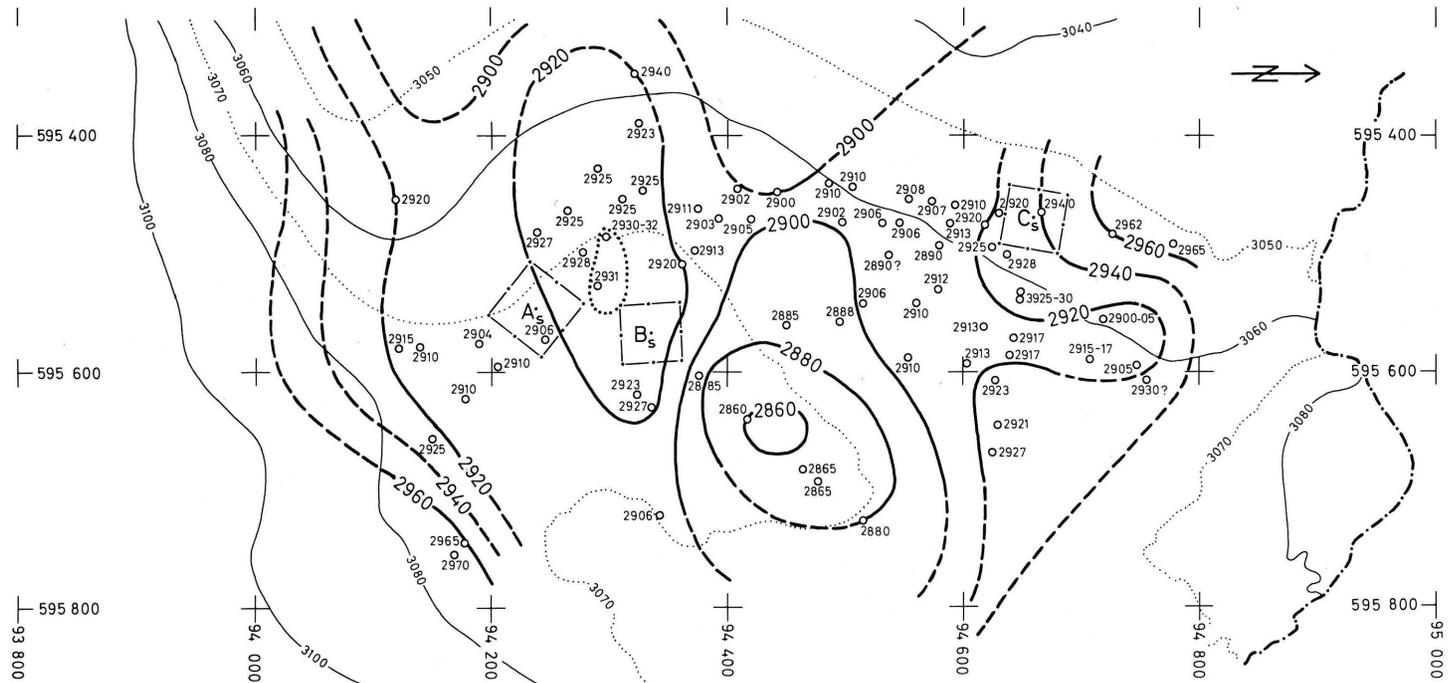


Tabelle 18. Giétrogletscher 1966 bis 1971.

Dimensionen und Massenbilanz der Zungenspitze vom unteren Querprofil (ca 2700 m ü. M., vgl. Abbildung 10) abwärts (ohne vorgelagerte Sturzkegel)

a) Dimensionen und Massenumsatz.

Dimensionen Bilanzgrößen	Stand am Datum der luftphotogrammetrischen Aufnahme:					
	27.9.66	22.8.67	13.9.68	12.9.69	7.9.70	10.8.71
<u>Dimensionen:</u>						
mittlere Länge (in Metern) 1)	251.4	252.6	260.0	265.8	274.7	291.4
Fläche (in Hektaren) 2)	8.07	8.22	8.45	9.23	9.54	10.25
Volumen (in Mio. m ³) 3)	2.59	2.74	2.86	2.99	3.32	3.49
mittlere Eisdicke (in Metern) 4)	32.1	33.4	33.9	32.5	34.8	34.0
<u>Bilanzgrößen:</u>						
Gesamtmenge seit 27.9.66 (in Mio. m ³):						
Eiszuffluss 5)	0	0.62	1.40	2.26	3.19	4.10
Abtrag 6)	0	0.47	1.13	1.86	2.46	3.20
Zuwachs 7)	0	0.15	0.27	0.40	0.73	0.90

- 1) Im 260 m breiten Kontrollstreifen zur Bestimmung der jährlichen Längenänderung, vergleiche Abbildung 3.
- 2) Flächenbestimmung anhand der jährlich im Massstab 1:2 000 erstellten Zungenpläne.
- 3) Schätzung aufgrund der Ergebnisse der Sondierbohrungen im Jahre 1967 und der jährlichen Oberflächenmessung, wobei für 1967 das Gesamtvolumen, für die übrigen Jahre die Volumenänderung nach der Kegelstumpfformel aus den Schnittflächen der 20 m-Isohypsen berechnet worden ist.
- 4) Verhältnis des Volumens zur Fläche am Stichtag.
- 5) Eisdurchfluss im unteren Querprofil. Schätzung aufgrund der Ergebnisse der Sondierbohrungen im Jahre 1967, der jährlichen Oberflächenvermessung und der Bewegungsmessungen am Pegelnetz im Profil, wobei die mittlere Oberflächengeschwindigkeit als mittlere Durchflussgeschwindigkeit eingesetzt wurde.
- 6) Als Differenz von Eiszuffluss und Volumenänderung berechneter Wert für die Gesamtheit der abtragenden Vorgänge (Ablation).
- 7) Nach der Kegelstumpfformel aus den Differenzflächen zwischen den 20 m-Isohypsen der Aufnahme vom 27.9.66 und der Aufnahme am Stichdatum berechnete Volumenänderung.

Tabelle 18. Fortsetzung.

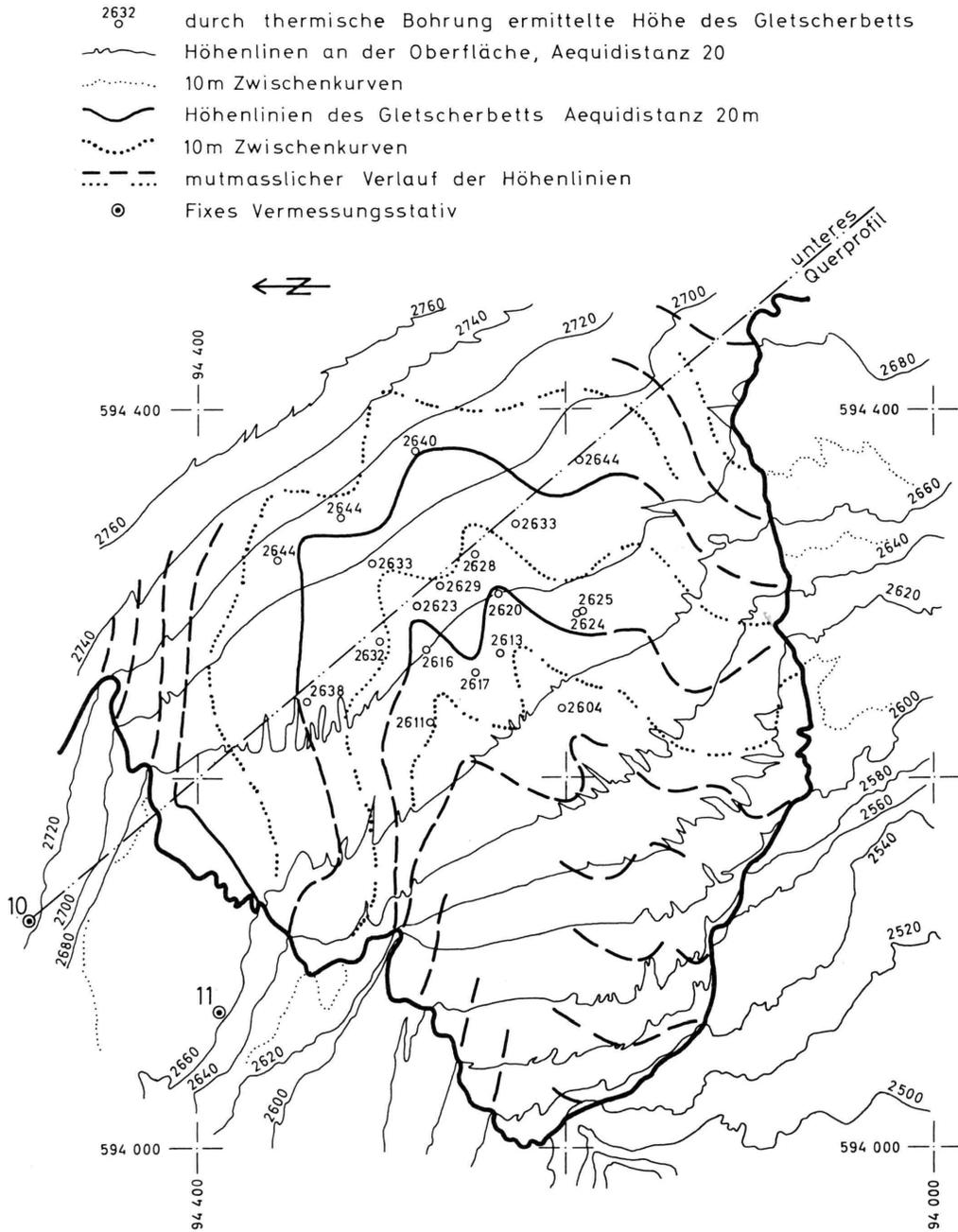
b) Dimensionsänderungen und Jahresbilanzen.

Dimensionen Bilanzgrößen	Aenderungen im Messintervall 1)					Mittelwert 1966/71
	1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	
<u>Dimensionen:</u>	<u>absolute Aenderung:</u>					
mittlere Länge (in Metern)	+ 1.2	+ 7.4	+ 5.8	+ 8.9	+ 16.7	+ 8.0
Fläche (in Hektaren)	+ 0.15	+ 0.23	+ 0.78	+ 0.31	+ 0.71	+ 0.44
Volumen (in Mio. m ³)	+ 0.15	+ 0.12	+ 0.13	+ 0.33	+ 0.17	+ 0.18
mittlere Eisdicke (in Metern)	+ 1.3	+ 0.5	- 1.4	+ 2.3	- 0.8	+ 0.38
<u>Bilanzgrößen:</u>	<u>Umsatzmenge (in Mio. m³):</u>					
Eiszufluss	0.62	0.78	0.86	0.93	0.92	0.82
Abtrag	0.47	0.66	0.73	0.60	0.75	0.64
<u>Jahresbilanzen:</u>	<u>spezifischer Wert (Schichtdicke in cm/Jahr) 2)</u>					
Eiszufluss 3)	839	883	977	1003	1003	941
Abtrag 4)	637	746	829	649	819	736
Zuwachs 5)	202	137	148	354	184	205

- 1) Zeitintervall zwischen den in Tabelle 18 a) angegebenen Aufnahmedaten.
- 2) Auf ein volles Jahr (365 Tage) umgerechnete Umsatzmenge, verteilt über eine aus Anfangs- und Endstand des Messintervalls gemittelte Fläche.
- 3) Die zitierten Werte werden bestätigt durch Vergleichswerte, die sich aus der am Pegelnetz bestimmten sogenannten Vertikalbewegung ergeben; diese betragen 4 bis 6 m im zentralen Teil, 8 bis 14 m in den Randpartien der Zungenspitze.
- 4) Die angegebenen Werte sind um rund 40 % höher als die Werte, die am Pegelnetz auf den aus praktischen Gründen für die Messungen bevorzugten, spaltennäheren Verflachungen in Gletschermitte bestimmt worden sind (vgl. Tabelle 16).
- 5) Gleichbedeutend mit der mittleren Höhenänderung der Gletscheroberfläche.

Giétrogletscher

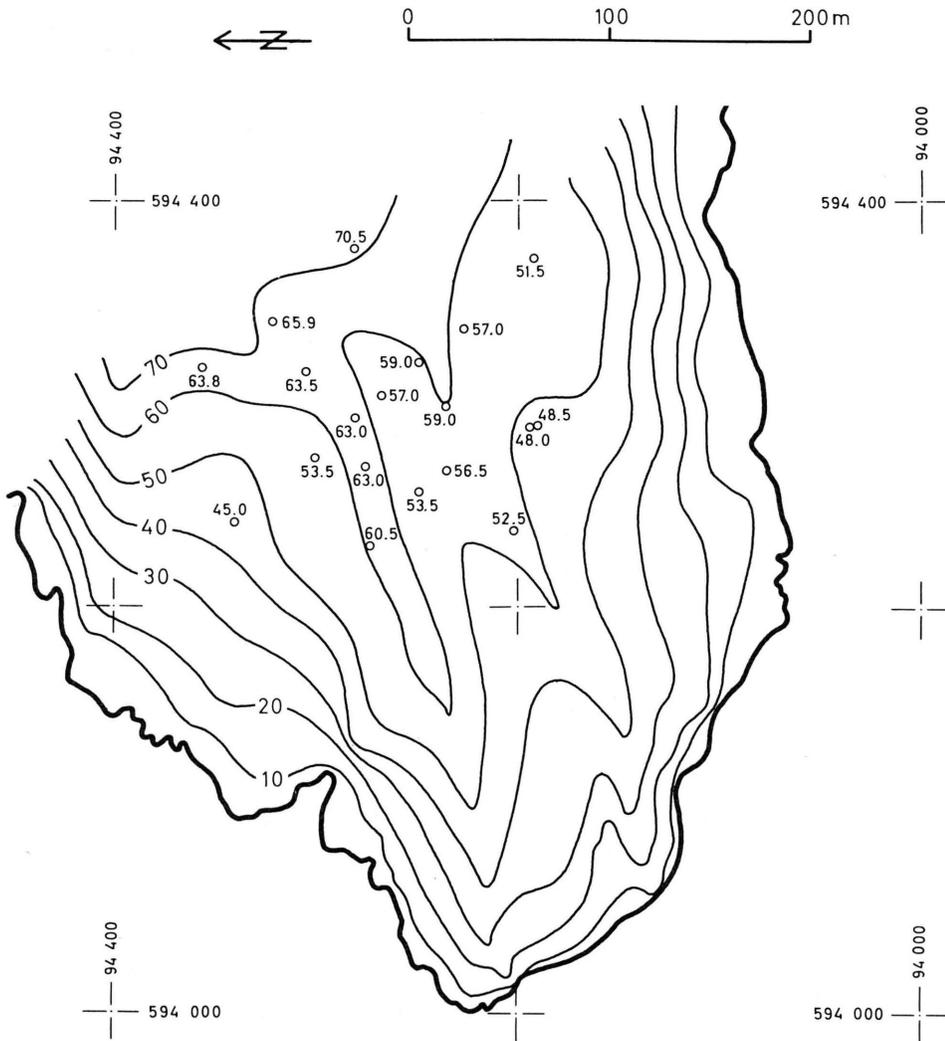
Lage und Form des Gletscherbetts auf der unteren Zungenterrasse ermittelt durch thermische Sondierbohrungen der VAW/ETHZ im August 1967



Giätrogletscher

Eismächtigkeiten an der Zungenspitze im August 1967
(vergleiche Abbildung 12)

○ 52,5 durch thermische Bohrung ermittelte Eisdicke in Metern
— Linien gleicher Eisdicke (schematisiert)



3.5.2. Messungen am Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournelon Blanc

In Verbindung mit den Aufnahme­flügen über dem Giétrogletscher werden jeweils auch die Gletscher am Tournelon Blanc aus der Luft photographiert. Die Aufnahmen der Jahre 1964, 1966 bis 1968, 1970 und 1971 vom Hängegletscher an der Nordostflanke sind durch das Vermessungsbüro Leupin in Bern photogrammetrisch ausgewertet worden. Diese Aufnahmen dienten unter anderem zur Beobachtung des Verhaltens der rund 50 m hohen und fast 10 mal so breiten Abbruchfront in ca. 3300 m ü. M. Die Zahlen in Tabelle 19 geben an, um welche (horizontal gemessene) mittlere Strecke sich Ober- und Unterkante der Front am jeweiligen Aufnahmedatum in den 9 (willkürlich gewählten) Abschnitten von je 50 m Breite vor, d.h. talseits (Vorzeichen +) oder hinter, d.h. bergseits (Vorzeichen -) der Ausgangslage vom 25.8.1964 befanden. Das Verhalten der ganzen Front wird durch das Mittel der Abschnittswerte charakterisiert. Abbildung 14 gibt die Lageverhältnisse an den verschiedenen Aufnahmedaten wieder.

Im August 1966 sind durch die VAW/ETHZ auf der Hangverflachung oberhalb der Abbruchfront die Eisdicken- und die Lagerungsverhältnisse des Gletschers mittels hydrothermischer Sondierbohrungen untersucht worden. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Bohrungen sind in Abbildung 15 durch mehrere Längsschnitte zur Darstellung gebracht worden. Darin sind auch die Wasserspiegel eingetragen, welche sich in den Bohrlöchern in einer Tiefe von 25 bis 30 m unter der Firnoberfläche einstellten.

Tabelle 19. Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournelon Blanc.

Lage der Abbruchfront in den Jahren 1964, 1966, 1967, 1968, 1970 und 1971.

Vorzeichen: + (positiv) entspricht einem Vorrücken, - (negativ) einem Rückgang der Front.

		Lage der Front (in Bezug auf die Ausgangslage vom 25.8.64) am:				
		29.9.66	1.9.67	13.9.68	7.9.70	10.8.71
		m	m	m	m	m
Oberkante der Abbruchfront:						
Sektor	1	+ 10.2	+ 2.7	+ 13.4	+ 8.7	+ 14.5
	2	+ 8.7	+ 1.6	+ 10.2	- 1.3	+ 8.5
	3	- 4.8	- 7.5	+ 3.2	- 6.4	+ 3.5
	4	- 4.0	- 8.4	- 1.7	- 7.3	- 2.0
	5	+ 12.7	- 6.0	+ 1.9	+ 9.0	+ 13.5
	6	+ 11.2	- 5.4	+ 2.7	- 0.3	+ 15.4
	7	+ 22.9	+ 8.6	+ 14.5	+ 29.3	+ 25.6
	8	+ 16.1	+ 6.0	+ 7.6	+ 8.1	+ 18.0
	9	+ 3.7	- 1.7	+ 4.0	+ 6.0	+ 12.6
Mittelwert:		+ 8.5	- 1.2	+ 6.2	+ 5.1	+ 12.2
Unterkante (Fuss der Eiswand):						
Sektor	1	+ 6.5	- 0.8	+ 2.6	- 0.8	- 0.3
	2	+ 7.4	- 2.8	+ 1.9	+ 0.2	- 0.5
	3	+ 0.2	- 1.2	+ 1.5	- 3.7	- 5.1
	4	+ 3.9	+ 2.0	+ 2.5	+ 3.3	+ 2.1
	5	+ 6.5	+ 1.6	+ 0.8	+ 6.2	+ 6.9
	6	+ 3.6	+ 0.2	- 0.4	- 0.6	- 0.6
	7	+ 13.2	+ 1.9	+ 6.6	+ 6.4	+ 2.5
	8	+ 11.1	+ 2.6	+ 2.6	+ 6.7	+ 5.8
	9	+ 4.4	+ 3.4	+ 7.8	+ 7.5	+ 6.2
Mittelwert:		+ 6.3	+ 0.8	+ 2.9	+ 2.8	+ 1.9
Lageänderung der ganzen Front im Messintervall:						
		1964/66	1966/67	1967/68	1968/70	1970/71
		m	m	m	m	m
Oberkante		+ 8.5	- 9.7	+ 7.4	- 1.1	+ 7.1
Unterkante		+ 6.3	- 5.5	+ 2.1	- 0.1	- 0.9
Mittelwert		+ 7.4	- 7.6	+ 4.7	- 0.6	+ 3.1

Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournalon Blanc Lageplan

Gletscherstand vom 27.9.1966

- 1-11 Sondierbohrungen
- 1-7 Längsschnitte
(vergleiche Abbildung 15)

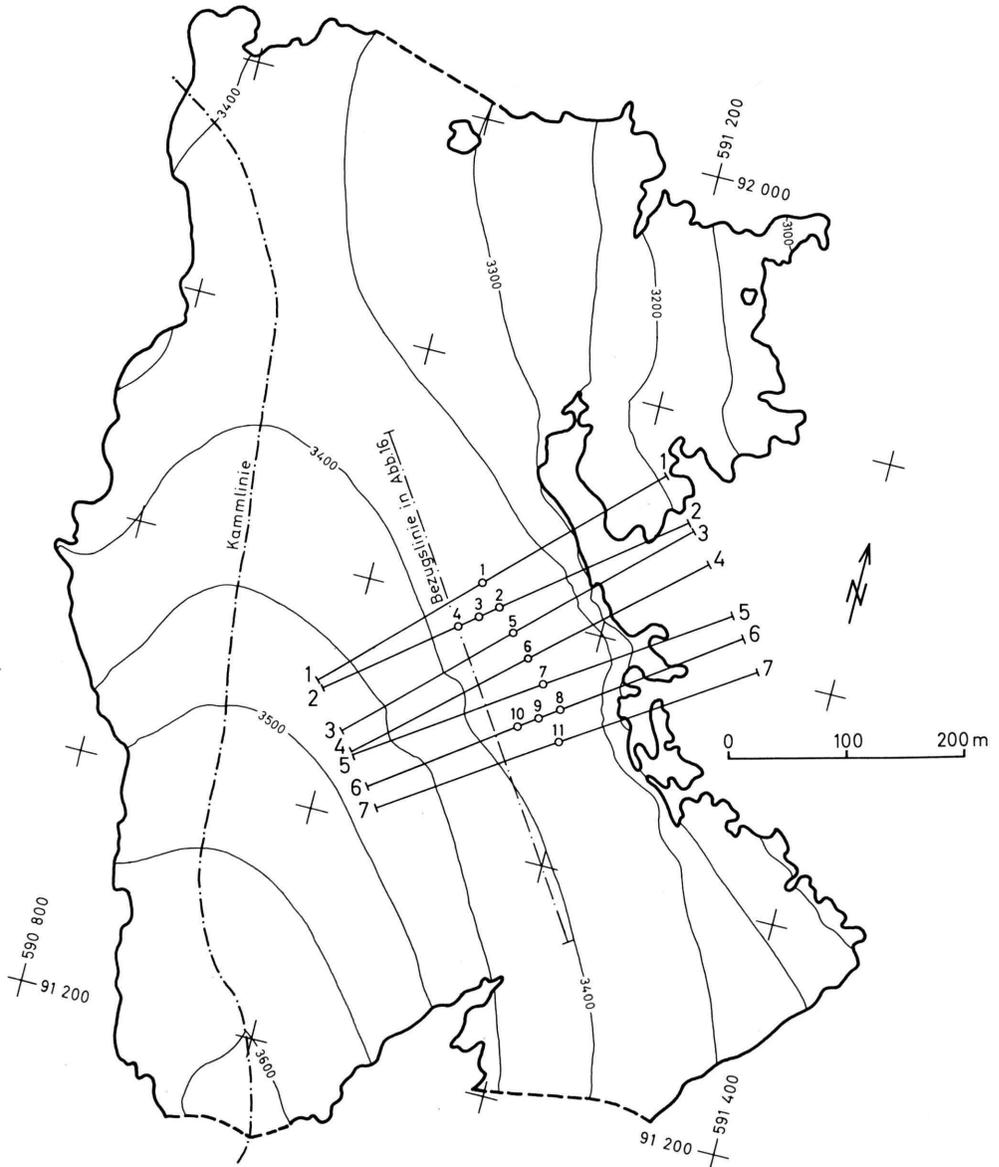
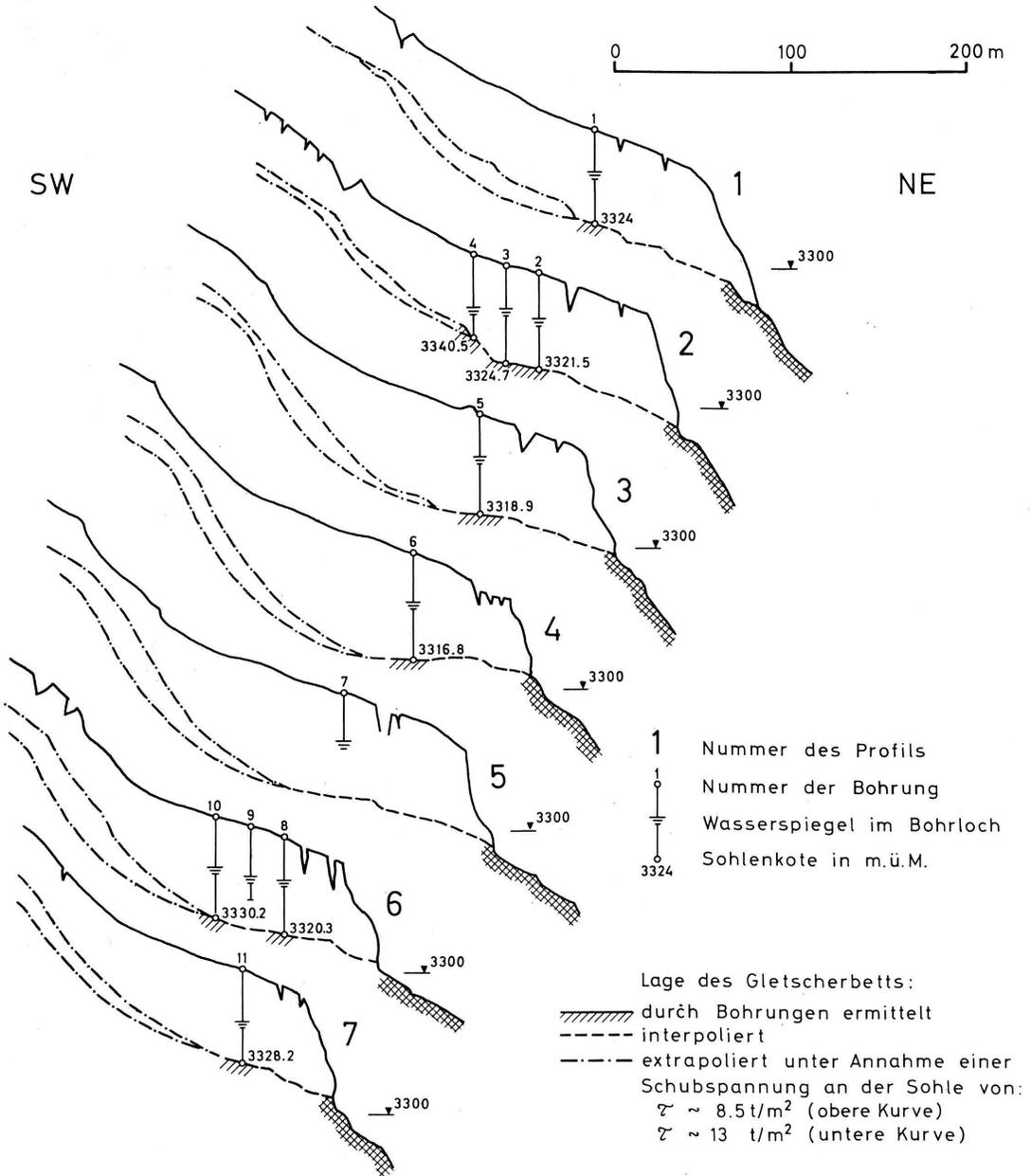


Abbildung 15

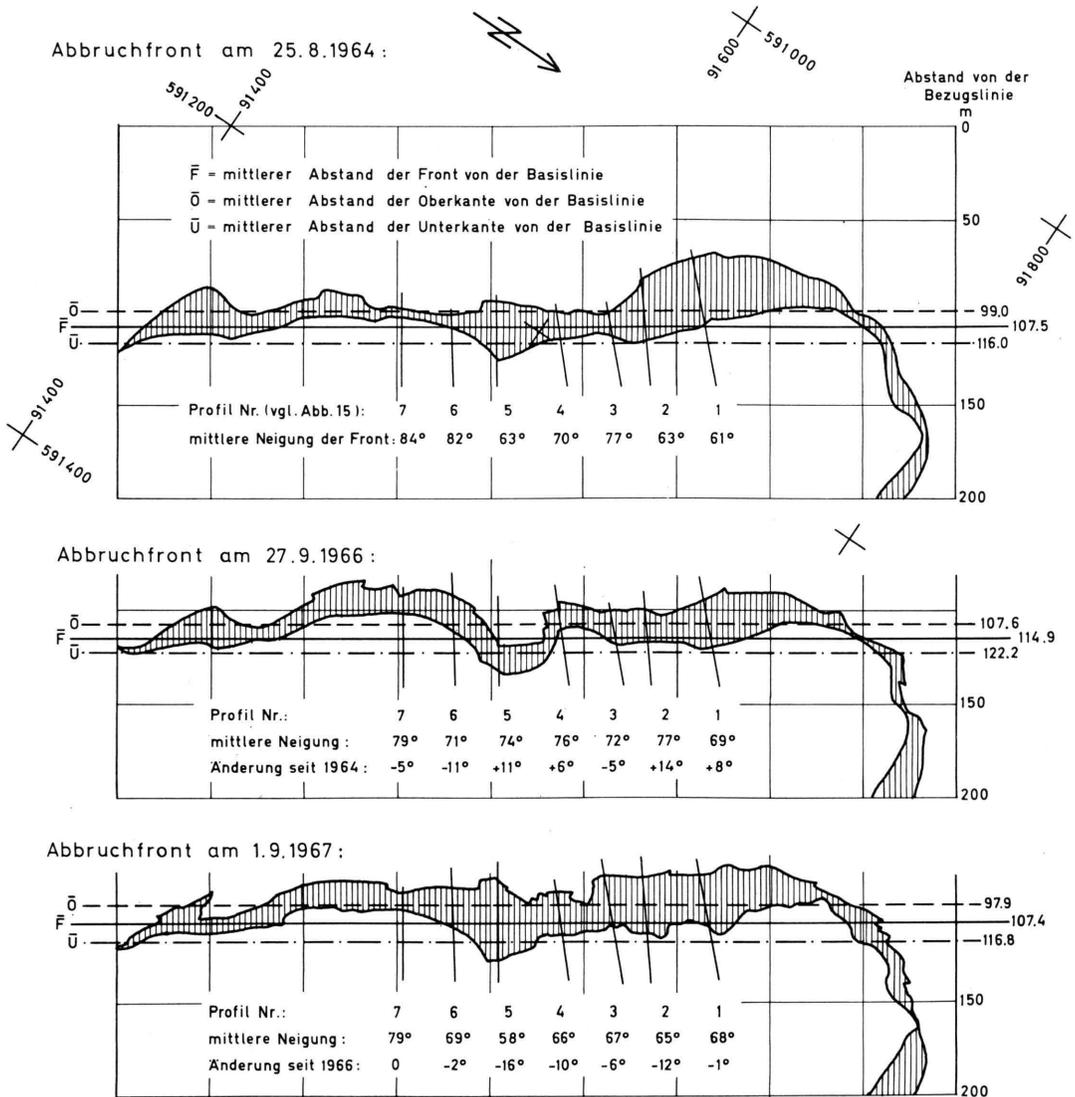
Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournelon Blanc
 Sondierbohrungen der VAW/ETHZ im August 1966

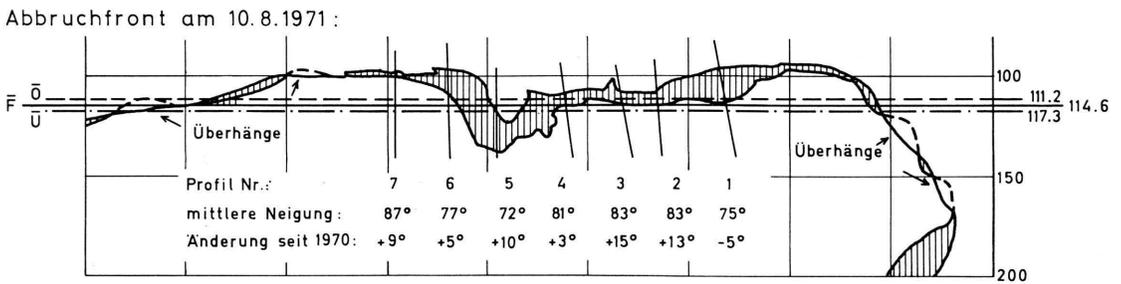
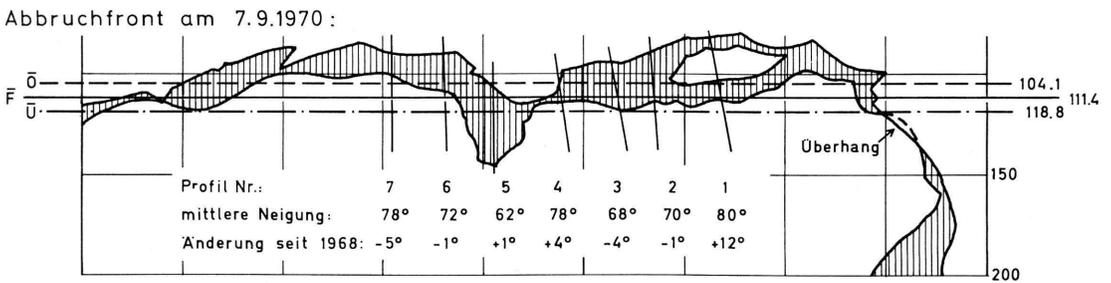
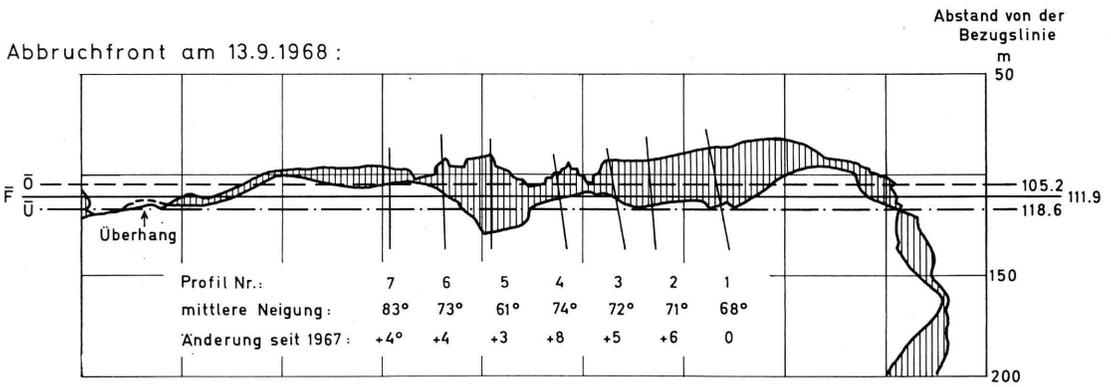
(vergleiche Abbildung 14)



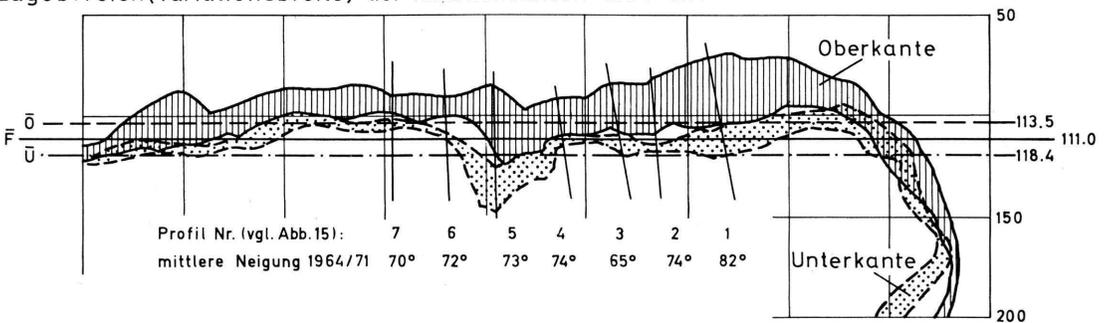
Hängegletscher an der Nordostflanke des Tournelon Blanc

Lage und Form der Abbruchfront in den Jahren 1964, 1966, 1967, 1968, 1970 und 1971
 Luftphotogrammetrische Aufnahmen: Vermessungsbüro H. Leupin, Bern





Lagebereich (Variationsbreite) der Abbruchkanten 1964-1971



3.5.3. Messungen am Corbassièregletscher

Seit dem Herbst 1967 wird am Corbassièregletscher alljährlich die Höhenlage der Gletscheroberfläche in 2 Querprofilen bestimmt. Beide Profillinien werden auf dem Gletscher mit farbig markierten Steinen belegt, welche sich mit dem Gletscher bewegen. Aus der mit dem Messband gemessenen Entfernung zwischen vorjähriger Steinreihe und Profillinie wird die Oberflächengeschwindigkeit berechnet. In Tabelle 19 sind für die Jahre 1967/68 bis 1970/71 und für beide Profile die mittlere Höhe der Oberfläche, die mittlere und die grösste Geschwindigkeit, sowie die jährliche Aenderung der Mittelwerte angegeben. Zur Versicherung der Profile im Gelände ist rechtsufrig je ein ortsfestes Stahlrohrstativ montiert, das als Messstation dient. An den Felsen des linken Ufers angebrachte Farbmarken legen die Profilrichtung fest. Nachstehend sind die Koordinaten der beiden Basispunkte und das Azimut der Profilrichtung angegeben:

	Basispunkt	Koordinaten			Messrichtung
		Y in m	X in m	H in m ü. M.	Azimut (Teilung 400 g)
unteres Profil (bei Tsessette)	A	589 012.55	94 418.18	2568.48	282.2786
oberes Profil (bei alter SAC- Hütte Panossière)	B	589 855.14	93 353.67	2712.26	268.2062

Im Profil A (Tsessette) werden jeweils die 6 Punkte A 1 - A 6 eingemessen und markiert, im Profil B (Panossière) die 8 Punkte B 1' und B 1 - B 7. Ihre Horizontalabstände von den Basispunkten beträgt in Metern:

A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆		
282	374.5	470.5	578.5	675.5	790.5		
B _{1'}	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
207	313	407.5	524	615	709	805	899

Tabelle 20. Corbassièregletscher 1967 - 1971.

Höhenänderung der Oberfläche und Geschwindigkeit. Die Messungen wurden im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin AG (FMM) durch A. Mathier, Geometer in Montana, ausgeführt.

Datum	mittlere Höhe der Oberfläche m ü. M.	Höhen- änderung m	Verschiebung im Messintervall in Metern		mittlere Geschwin- digkeit m/Jahr	Geschwindigkeits- änderung seit dem Vorjahr		
			Mittel	Max.		m/Jahr	%	
oberes Profil (Panossière):								
16.10.67	2662.6							
		+ 1.1	41.5	43.6	44.67			
19. 9.68	2663.7							
		+ 0.6	46.2	48.5	43.04	- 1.63	- 3.6	
15. /16.10.69	2664.3							
		+ 0.7	37.9 1)	41.1	37.9 1)	- 5.14	- 11.9	
15.10.70	2665.0							
		- 1.0	44.9	48.0	46.10	+ 8.20	+ 21.6	
5. /6.10.71	2664.0							
Mittelwert 1967/71	2663.9	+ 0.35			42.93			
unteres Profil (Tsessette):								
16.10.67	2495.4							
		+ 0.2	31.2	37.0	33.63			
19. 9.68	2495.6							
		+ 0.3	38.2	44.8	35.58	+ 1.95	+ 5.8	
15. /16.10.69	2495.9							
		+ 2.3	35.4 1)	43.0 1)	35.4 1)	- 0.18	- 0.5	
15.10.70	2498.2							
		- 1.5	32.7	39.2	33.65	- 1.75	- 4.9	
5. /6.10.71	2496.7							
Mittelwert 1967/71	2496.4	+ 0.32			34.56			

1) Interpolierter Wert. Wegen Neuschnee konnte im Herbst 1970 in beiden Profilen nur etwa die Hälfte der alten Messmarken eingemessen werden.

3.6. Messungen an den Aaregletschern

Am Oberaar- und Unteraargletscher ist durch das Vermessungsbüro A. Flotron in Meiringen im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) das langjährige Messprogramm im bisherigen Umfang weitergeführt worden. Die Hauptresultate für das Berichtsjahr sind in Tabelle 21 zusammengefasst. Ueber die Anlage der luftphotogrammetrisch vermessenen Profile und Messpunkte gibt ein im 90. Gletscherbericht publizierter Grundriss Auskunft. Der gleiche Bericht enthält auch ein Verzeichnis der Fixpunktkoordinaten.

Mit gutem Erfolg ist auch die registrierende Bewegungsmessung mit der beim Pavillon Dollfus aufgestellten automatischen Kamera weitergeführt worden. Eine kurze Beschreibung der photokryokinegraphischen Messmethode und -apparatur ist im 91. Bericht zu finden. Für nähere Angaben verweisen wir auf folgende Publikation:

A. Flotron: "Photogrammetrische Messung von Gletscherbewegungen mit automatischer Kamera". Sonderdruck aus "Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie", Fachheft I/73, März 1973.

In der zitierten Publikation sind die Ergebnisse der Bewegungsregistrierung am Unteraargletscher im Jahre 1970/71 graphisch dargestellt. In Tabelle 22 des vorliegenden Berichts werden die entsprechenden Zahlenwerte präsentiert. Als wesentlichste Neuerung gegenüber dem Vorjahr ist festzuhalten, dass 2 Messmarken in etwa 20 m Entfernung auf der gleichen Verschiebungsbahn verschieden tief ins Eis eingebohrt wurden. Auf diese Weise blieb die Kontinuität der Messung sowohl im Winter, als die eine Stange vorübergehend eingeschneit war, als auch im Spätsommer, nachdem die andere Stange bereits ausgeschmolzen war, erhalten. Besondere Erwähnung verdient die einwandfrei festgestellte Tatsache, dass im Frühjahr, zur Zeit des Geschwindigkeitsmaximums, die Eisoberfläche um rund einen halben Meter angehoben worden ist. Die Ursachen dieser Hebung sind noch nicht eindeutig abgeklärt.

Tabelle 21. Die Aaregletscher im Jahre 1970/71. Zusammenfassung der Hauptresultate für die Messperiode vom 18. 9. 1970 bis 8. 9. 1971, Dauer: 355 Tage. - Die Messungen wurden im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) durch A. Flotron, Vermessungsbüro in Meiringen ausgeführt.

Gletscher	Profile 1)	mittlere Höhe der Gletscheroberfläche		Höhenänderung m	Gletscherbewegung				Messbereich begrenzt durch die Profile	Flächenänderung m ²	Volumenänderung 10 ³ m ³
		m ü. M. 1970	1971		Verschiebung m		Geschwindigkeit m/Jahr				
					Mittel	Max.	1969/70	1970/71			
Oberaar	17	2679.5	2677.9	- 1.6					17 und 16	- 916	
	16 oberstes Querprofil	2568.1	2566.6	- 1.5	16.26	24.4	16.02	16.72	16 und 15	- 866	
	15 oberes Querprofil	2490.8	2489.4	- 1.4	12.94	17.6	13.39	13.30	15 und 14	- 868	
	14 mittleres Querprofil	2377.3	2374.8	- 2.5	11.94	17.0	11.40	12.28	14 und FO 71	- 210	
	FO 71 Gletscherfront 1971 FO 70 Gletscherfront 1970								FO 71 und FO 70	-3760 - 77	
Unteraar - Finsteraar	13 Finsteraar	2660.9	2657.5	- 3.4					12/13 und 11	-2624	
	12 Strahlegg	2630.9	2629.4	- 1.5					11 und 10	-2414	
	11 Grunerhorn	2566.7	2565.2	- 1.5	44.06	60.4	45.91	45.30	10 und 6	-1888	
	10 Mieselenegg	2456.9	2455.1	- 1.8							
Unteraar - Lauteraar	9 Wildläger	2650.2	2647.6	- 2.6					9 und 8	-3697	
	8 Wildläger	2520.4	2517.1	- 3.3	36.95	60.7	30.4 ²⁾	37.99	8 und 7	-3637	
	7 Mieselenegg	2434.8	2433.1	- 1.7					7 und 6	-1488	
Unteraar - Unteraar	6 Mieselenegg	2367.9	2366.5	- 1.4	33.66	42.7	31.10	34.61	6 und 5	-2434	
	5 Pavillon Dollfus	2296.1	2294.0	- 2.1					5 und 4	-2727	
	4 Pavillon Dollfus	2225.2	2223.3	- 1.9	20.46	33.7	18.37	21.04	4 und 3	-1964	
	3 Obere Brandlamm	2143.0	2140.7	- 2.3					3 und 2	-1540	
	2 Obere Brandlamm	2055.7	2054.8	- 0.9	4.76	8.5	3.73	4.90	2 und 1	- 816	
	1 FU 71 FU 70	1994.9	1992.2	- 2.7					1 und K. 663 ³⁾ K. 663 ³⁾ und FU 70	- 640 -4268 - 385	
								Oberaar unterhalb 16	-2021		
								Unteraar unterhalb 11 und 8	-19933		

- 1) Für die Lage der Messprofile vergleiche die Planskizze im 90. Bericht.
- 2) Wegen Neuschnees am Aufnahmedatum 1969 nicht bestimmt. Der angegebene Vergleichswert gilt für 1966.
- 3) Koordinatenlinie 663 km.

Tabelle 22. Unteraargletscher 1970/71. Kurzzeitige Geschwindigkeitsmessungen im Profil 4 mit der beim Pavillon Dollfus aufgestellten automatischen Kamera. Betrieb der Anlage und photogrammetrische Auswertung der Aufnahmen durch das Vermessungsbüro A. Flotron, Meiringen, für die Kraftwerke Oberhasli AG.

- 1 Nummer der Filmrolle (vordere Zahl) und der Aufnahme (hintere Zahl). In der Tabelle nicht angeführte Aufnahmen konnten wegen schlechtem Wetter (Nebel, Schneefall) nicht ausgewertet werden. Vom 17.2. bis 26.4.71 war Stange 3 eingeschneit, am 31.7.71 schmolz Stange 2 aus.
- 2 Die Aufnahmen erfolgten jeweils um ca. 11 Uhr.
- 3 Dauer des Messintervalls in Tagen.
- 4 Horizontalkomponente der Verschiebung in cm in der Bewegungsebene; Winkel zwischen der Aufnahmeachse des Objektivs und der Normalen zur Bewegungsebene: Neigung = - 1.94 ‰, Verschwenkung = + 3.61 ‰.
- 5 Horizontalkomponente der Geschwindigkeit in cm/Tag.
- 6 Vertikalkomponente der Verschiebung in cm. Der Mittelwert für Stange 2 (Periode vom 30.9.70 bis 31.7.71) beträgt - 0.46 cm/Tag oder - 1.83 cm im 4-tägigen Messintervall, was einer mittleren Neigung der Verschiebungsbahn von 5.85 % entspricht. Die entsprechenden Werte für Stange 3 (Periode vom 30.9.70 bis 23.10.71) lauten nahezu gleich: - 0.46 cm/Tag, - 1.84 cm in 4 Tagen, Neigung 6.0 %.
- 7 Anzahl Tage vom 30.9.70 an.
- 8 Horizontalverschiebung der Messmarke seit dem 30.9.70.
- 9 Vertikalverschiebung der Messmarke seit dem 30.9.70.
- 10 Spezifische Massenbilanz für die Periode vom 30.9.70 bis zum Messdatum in cm Schichtdicke. Positive Werte = Winterschneehöhen, negative Werte = Eisablation.

a) 4-tägige Messintervalle (vom 23.7.71 an tägliche Aufnahmen, ausgewertet in 4-Tage-Intervallen).

1 Nr.	2 Datum	3 Tage	4 cm		5 cm/Tag		6 cm		7 Tage	8 cm		9 cm		10 cm	
			St.2	St.3	St.2	St.3	St.2	St.3		St.2	St.3	St.2	St.3		
4- 2	30. 9.70	4	21	16	5.2	4.0	- 3	0	0	0	0	0	0	0	0
4- 3	4.10.70	4	23	23	5.8	5.8	- 1	- 2	4	21	16	- 3	0	64	-
4- 4	8.10.70	4	91	91	22.8	22.8	+ 5	+ 5	8	44	39	- 4	- 2	28	-
4- 5	12.10.70	4	35	40	8.8	10.0	-14	-17	12	135	130	+ 1	+ 3	0	12
4- 6	16.10.70	8	34	29	4.2	3.6	+ 1	+ 6	16	170	170	-13	-14	39	5
4- 8	24.10.70	4	23	26	5.8	6.5	0	+ 1	24	204	199	-12	- 8	42	15
4- 9	28.10.70	4	21	19	5.2	4.8	+ 2	0	28	227	225	-12	- 7	21	8
4-10	1.11.70	4	21	19	5.2	4.8	+ 2	0	32	248	244	-10	- 7	21	17

Tabelle 22. Fortsetzung Teil a)

1 Nr.	2 Datum	3 Tage	4 cm.		5 cm/Tag		6 cm		7 Tage	8 cm		9 cm		10 cm	
			St.2	St.3	St.2	St.3	St.2	St.3		St.2	St.3	St.2	St.3	St.2	St.3
4-11	5.11.70	4	21	23	5.2	5.8	- 4	- 1	36	269	267	-14	- 8	25	-
4-16	25.11.70	20	102	102	5.1	5.1	- 7	- 5	56	371	369	-21	-13	65	38
4-17	29.11.70	4	23	23	5.8	5.8	- 2	- 2	60	394	392	-23	-15	66	46
4-19	7.12.70	8	42	44	5.2	5.5	- 3	- 3	68	436	436	-26	-18	104	47
4-20	11.12.70	4	22	21	5.5	5.2	- 1	- 1	72	458	457	-27	-19	83	47
4-21	15.12.70	4	20	20	5.0	5.0	- 2	- 3	76	478	477	-29	-22	75	30
4-22	19.12.70	4	20	22	5.0	5.5	- 3	- 1	80	498	499	-32	-23	79	32
4-23	23.12.70	4	22	21	5.5	5.2	0	0	84	520	520	-32	-23	75	24
4-26	4. 1.71	12	62	61	5.2	5.1	- 4	- 4	96	582	581	-36	-27	94	52
4-27	8. 1.71	4	21	21	5.2	5.2	- 1	0	100	603	602	-37	-27	91	49
4-28	12. 1.71	4	23	22	5.8	5.5	- 3	- 2	104	626	624	-40	-29	93	48
4-29	16. 1.71	4	23	25	5.8	6.2	- 1	0	108	649	649	-41	-29	89	45
4-31	24. 1.71	8	38	40	4.8	5.0	- 2	- 2	116	687	689	-43	-31	112	66
4-34	5. 2.71	12	67	66	5.6	5.5	- 1	- 2	128	754	755	-44	-33	98	
4-35	9. 2.71	4	16	17	4.0	4.2	- 1	- 1	132	770	772	-45	-34	92	
4-36	13. 2.71	4	28	27	7.0	6.2	- 3	- 3	136	798	799	-48	-37	102	
4-37	17. 2.71	4	22	21	5.5	5.2	- 2	- 4	140	820	820	-50	-41	94	
4-38	21. 2.71	4	22		5.5		- 3		144	842		-53		115	
4-39	25. 2.71	4	21		5.2		- 1		148	863		-54		131	
4-42	9. 3.71	12	63		5.2		- 6		160	926		-60		122	
4-43	13. 3.71	4	21		5.2		- 1		164	947		-61		118	
4-44	17. 3.71	4	21		5.2		+ 1		168	968		-60		129	
4-46	25. 3.71	8	44		5.5		- 1		176	1012		-61		167	
4-47	29. 3.71	4	17		4.2		- 2		180	1029		-63		137	
4-48	2. 4.71	4	30	406	7.5	6.0	+ 1	-11	184	1059		-62		127	
4-49	6. 4.71	4	20		5.0		- 4		188	1079		-66		151	

Tabelle 22. Fortsetzung Teil a).

1 Nr.	2 Datum	3 Tage	4 cm		5 cm/Tag		6 cm		7 Tage	8 cm		9 cm		10 cm	
			St.2	St.3	St.2	St.3	St.2	St.3		St.2	St.3	St.2	St.3	St.2	St.3
4-50	10. 4.71	4	17		4.2		- 3		192	1096		-69		130	
4-51	14. 4.71	4	25		6.2		0		196	1121		-69		124	
4-52	18. 4.71	4	21		5.2		0		200	1142		-69		123	
4-53	22. 4.71	4	42		8.5		- 1		204	1184		-70		98	
4-54	26. 4.71	4	39	↓	9.8	↓	+ 2	↓	208	1223	1226	-68	-52	77	55
4-56	4. 5.71	8	103	101	12.9	12.6	+ 9	+10	216	1326	1327	-59	-42	65	51
4-57	8. 5.71	4	37	41	9.2	10.2	+ 2	+ 2	220	1363	1368	-57	-40	62	44
4-58	12. 5.71	4	114	114	28.5	28.5	+ 6	+ 9	224	1477	1482	-51	-31	25	1
4-59	16. 5.71	4	66	67	16.5	16.8	- 2	- 4	228	1543	1549	-53	-35	- 2	- 5
4-60	20. 5.71	4	81	78	20.2	19.5	+ 2	+ 4	232	1624	1627	-51	-31	- 4	-16
4-61	24. 5.71	4	37	38	9.2	9.5	-12	-12	236	1661	1665	-63	-43	- 6	-13
4-62	28. 5.71	4	37	36	9.2	9.0	- 9	- 8	240	1698	1701	-72	-51	- 5	-13
4-63	1. 6.71	4	30	28	7.5	7.0	- 4	- 5	244	1728	1729	-76	-56	- 8	
4-64	5. 6.71	4	67	72	16.8	18.0	+ 4	+ 8	248	1795	1801	-72	-48	-20	-16
4-65	9. 6.71	4	68	66	17.0	16.5	- 1	- 1	252	1863	1867	-73	-49	-37	-19
4-66	13. 6.71	4	34	34	8.5	8.5	-11	-14	256	1897	1901	-84	-63	-37	-24
4-68	21. 6.71	8	80	80	10.0	10.0	+ 2	+ 5	264	1977	1981	-82	-58	-40	-29
4-69	25. 6.71	4	84	86	21.0	21.5	- 7	- 7	268	2061	2067	-89	-65	-45	-33
4-70	29. 6.71	4	36	36	9.0	9.0	- 5	- 3	272	2097	2103	-94	-68	-56	-49
4-71	3. 7.71	4	38	38	9.5	9.5	- 9	-11	276	2135	2141	-103	-79	-65	-48
4-72	7. 7.71	4	34	35	8.5	9.2	- 2	0	280	2169	2176	-105	-79	-74	-58
4-73	11. 7.71	4	35	34	8.8	8.5	- 4	- 3	284	2204	2210	-109	-82	-87	-90
4-74	15. 7.71	4	36	36	9.0	9.0	- 7	- 7	288	2240	2246	-116	-89	-114	-124
4-75	19. 7.71	4	36	35	9.0	8.8	- 7	- 4	292	2276	2281	-123	-93	-127	-130
5- 5	23. 7.71	4	30	28	7.5	7.0	- 8	- 4	296	2306	2309	-131	-97	-136	

Tabelle 22. Fortsetzung Teil a).

1 Nr.	2 Datum	3 Tage	4 cm		5 cm/Tag		6 cm		7 Tage	8 cm		9 cm		10 cm	
			St.2	St.3	St.2	St.3	St.2	St.3		St.2	St.3	St.2	St.3	St.2	St.3
5- 9	27. 7.71	4	36	35	9.0	8.8	- 6	- 7	300	2342	2344	-137	-104	-146	-136
5-13	31. 7.71	4	36	35	9.0	8.8	- 2	- 4	304	2378	2379	-139	-108	-164	-145
5-17	4. 8.71	4		35		8.8		- 6	308		2414		-114		-165
5-21	8. 8.71	4		32		8.0		- 2	312		2446		-116		-171
5-26	13. 8.71	5		45		9.0		- 7	317		2491		-123		-185
5-29	16. 8.71	3		24		8.0		- 5	320		2515		-128		-190
5-33	20. 8.71	4		33		8.2		- 5	324		2548		-133		-199
5-38	25. 8.71	5		48		9.6		- 6	329		2596		-139		-201
5-41	28. 8.71	3		27		9.0		- 5	332		2623		-144		-211
5-45	1. 9.71	4		32		8.0		- 4	336		2655		-148		-234
5-49	5. 9.71	4		28		7.0		- 3	340		2683		-151		-243
5-53	9. 9.71	4		33		8.2		- 6	344		2716		-157		-246
5-57	13. 9.71	4		26		6.5		- 2	348		2742		-159		-253
5-61	17. 9.71	4		28		7.0		- 1	352		2770		-160		-254
5-65	21. 9.71	4		25		6.2		- 2	356		2795		-162		-258
5-69	25. 9.71	4		19		4.8			360		2814		-162		-265
5-74	30. 9.71	5		28		5.6		- 7	365		2842		-169		-268
5-77	3.10.71	3		20		6.7		- 1	368		2862		-170		-269
5-81	7.10.71	4		21		5.2		0	372		2883		-170		-243
5-85	11.10.71	4		27		6.8		- 2	376		2910		-172		-275
5-90	16.10.71	5		29		5.8		- 4	381		2939		-176		-279
5-93	19.10.71	3		13		4.3		0	384		2952		-176		-281
5-97	23.10.71	4		27		6.8		- 2	388		2979		-178		-283

Tabelle 22. Fortsetzung.

b) Tägliche Messungen (23. Juli bis 20. August 1971; Stange 3).

1 Nr.	2 Datum	4,5 cm (=cm/Tag)	6 cm	7 Tage	8 cm	9 cm
5- 5	23.7.71			0	0	0
		9	- 4			
5- 6	24.7.71			1	9	- 4
		4	- 2			
5- 7	25.7.71			2	13	- 6
		6	+ 1			
5- 8	26.7.71			3	19	- 5
		16	- 2			
5- 9	27.7.71			4	35	- 7
		2	- 2			
5-10	28.7.71			5	37	- 9
		10	+ 1			
5-11	29.7.71			6	47	- 8
		8	0			
5-12	30.7.71			7	55	- 8
		15	- 3			
5-13	31.7.71			8	70	- 11
		5	0			
5-14	1.8.71			9	75	- 11
		8	- 2			
5-15	2.8.71			10	83	- 13
		9	+ 1			
5-16	3.8.71			11	92	- 12
		13	- 5			
5-17	4.8.71			12	105	- 17
		7	- 2			
5-18	5.8.71			13	112	- 19
		6	+ 2			
5-19	6.8.71			14	118	- 17
		8	- 1			
5-20	7.8.71			15	126	- 18
		11	- 1			
5-21	8.8.71			16	137	- 19
		5	- 3			
5-22	9.8.71			17	142	- 22
		9	+ 1			
5-23	10.8.71			18	151	- 21
		11	- 6			
5-24	11.8.71			19	162	- 27
		10	+ 1			
5-25	12.8.71			20	172	- 26
		10	0			
5-26	13.8.71			21	182	- 26
		6	- 3			
5-27	14.8.71			22	188	- 29
		8	- 4			
5-28	15.8.71			23	196	- 33

Tabelle 22. Fortsetzung Teil b).

1 Nr.	2 Datum	4,5 cm (=cm/Tag)	6 cm	7 Tage	8 cm	9 cm
5-29	16.8.71	10	+ 2	24	206	- 31
5-30	17.8.71	9	- 3	25	215	- 34
5-31	18.8.71	8	- 2	26	223	- 36
5-32	19.8.71	9	0	27	232	- 36
5-33	20.8.71	7	0	28	239	- 36

4. VERZEICHNIS VON PUBLIKATIONEN

Glaziologische Publikationen, die in der Schweiz erschienen sind, die Schweizeralpen betreffen oder im Ausland von Schweizer Autoren veröffentlicht worden sind (inklusive Schweizer Jahrbücher mit Klimadaten).

- Ambach, W., Eisner H., Zobl, M. und Haefeli, R. - Bestimmung von Firnrücklagen am Eisschild Jungfrauojoch durch Messung der Gesamt-Betaaktivität von Firnproben. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 7, 1971, H. 1/2, S. 57-63.
- Aellen, M. - siehe Kasser, P.
- Ambühl, E. - Temperaturbeobachtungen vom Grossen St. Bernhard (2478 m), vorwiegend der Sommermonate 1816-1965. - Zeitschrift "Die Alpen", 47. Jg., 1971, 2. Quartal, S. 92-105.
- Andrieux, P. - siehe Weber, J. R.
- Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. - Jg. 106, 1969, 1 Tafel, VIII + 148 + 54 S., Glattbrugg, 1970. - Jg. 107, 1970, 1 Tafel, VIII + 148 + 49 S., Glattbrugg 1971. - Jg. 108, 1971, 1 Tafel, XI + 148 + 168 S., 1973.
- Aufdermaur, A. N. - Kristallorientierung in natürlichen und künstlichen Hagelkörnern. - Die Umschau in Wissenschaft und Technik, Heft 14, 1971, S. 536.
- siehe Buser, O.
- Bader, H. - Technique for producing strain-free flat surfaces on single crystals of ice. - Journal of Glaciology, Vol. 11, 1972, p. 158.
- Barsch, D. - Rock glaciers and ice-cored moraines. - Geographiska Annaler, Vol. 53 A, Nos. 3-4, 1971, p. 203-206.
- Beck, E. - Schnee und Lawinen im Parsenengebiet. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winter 1970/71, Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 30-42.
- siehe Föhn, P.
- Bégou, R. - Les glaciers des Alpes de Glaris. - Grenoble 1969, I, 122 f.
- Bezinge, A. - Etudes sur le lac glaciaire du Gorner. - Grande Dixence S. A., 1970, Société hydrotechnique de France.
- Braithwaite, R. - Statistically modelling of the thermal interaction of ice masses with the atmosphere. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 15-18.
- siehe Müller, F.
- Bucher, B. und Stauffer, B. - Borehole isotope studies at Byrd Station, Antarctica. - Antarctic Journal of the United States, Vol. 7, No. 4, 1972, p. 110-111.
- siehe Weiss, R. S.
- Buser, O. und Aufdermaur, A. N. - The density of rime on cylinders. - Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 99, No. 420, 1973, p. 388-391.
- Caflisch, T. - Limnological investigations on Colour and Phantom lakes. - Axel Heiberg Island Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 49-56.
- siehe Müller, F.
- Craig, H. - siehe Weiss, R. F.

- Crécy, L. de - siehe Quervain, M. de
- Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern. - siehe Hydrographisches Jahrbuch.
- Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos:
- siehe Beck, E.
 - siehe Föhn, P. und Beck, E.
 - siehe Good, W.
 - siehe Quervain, M. de
 - siehe Rychetnik, J.
 - siehe Schild, M. und Gliott, S.
 - siehe Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen
 - siehe Wakabayashi, R.
- Eisner, H. - siehe Ambach, W.
- Federer, B. - Abschwächung von Schockwellen in der Schneedecke. - Wissenschaftliche Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1971, p.146-149.
- Fliri, F., Hilscher, H. und Markgraf, V. - Weitere Untersuchungen zur Chronologie der alpinen Vereisung. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 7, Heft 1-2, 1971, p. 5-24.
- Flotron, A. - Photogrammetrische Messung von Gletscherbewegungen mit automatischer Kamera. - Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Fachheft 1/73, März 1973.
- Föhn, P.M.B. - Short-term snow melt and ablation derived from heat- and mass-balance measurements. - Journal of Glaciology, Vol. 12, 1973, No. 65, p.275-290.
- und Beck, E. - Wetter und Klima. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 5-29.
 - und Beck, E. - Winter 1971/72. - Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 36, 1973, S.5-33.
 - und Beck, E. - Schnee und Lawinen im Parsenngebiet. *ibid.* S.34-46.
- Fritts, H. C. - siehe La Marche, V. C.
- Frutiger, H. - siehe Quervain, M. de
- Gletschergarten Luzern 1872-1972. - Festschrift zur Hundertjahrfeier der Entdeckung des Naturdenkmals mit Beiträgen von Braithwaite, R., Caflisch, T., Müller, F., Müller, G., Ohmura, A., Schifferli-Amrein, M., Wick, P. und anderen. - Geographica Helvetica, 28. Jg., 1973, Heft 2, Bern 1973.
- Gliott, S. - siehe Schild, M.
- Good, W. - Optimaler Einsatz der Mittel zur Ortung Lawinenverschütteter. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 154-162.
- Haefeli, R. - Bericht der Schweiz. Gletscherkommission für das Jahr 1971. - Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1972, S. 70-76.
- Bericht der Schweiz. Gletscherkommission für das Jahr 1972. - Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1973, S. 142-152.
 - siehe Ambach, W.
- Hantke, R. - Die spätwürmeiszeitlichen Stadien auf der schweizerischen Alpennordseite. - Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 21, 1970, p. 71-80.
- Hilscher, H. - siehe Fliri, F.

- Huber, H., Jaccard, C. und Roulet, M. - Channeling of H^+ , D^+ and He^+ in ice: surface disorder and chlorine location. - Proceedings of the International Symposium on the Physics and Chemistry of Ice, Ottawa, 1972. - "Physics and Chemistry of Ice", E. Whalley et al.ed., The Royal Society of Canada, Ottawa, 1973.
- Surface structure of ice studied by proton channeling. - Radiation Effects, Vol. 12, Nos. 3-4, 1972, p. 241-245.
- Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz - Annuaire hydrographique de la Suisse - Annuario idrografico della Svizzera. - Hrg. vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern, Eidg. Drucksachen und Materialzentrale.
- 1969, 279 S., Diagr., 1 Tab.a.T., 2 Karten, 1970
 - 1970, 282 S., Diagr., 1 Tab.a.T., 2 Karten, 1971
 - 1971, 286 S., Diagr., 1 Tab.a.T., 2 Karten, 1972
- Hydrologische Bibliographie der Schweiz 1968-1970, Jg. 30-32, hrg. von der Hydrologischen Kommission der SNG, der Eidg. Kommission für Schnee- und Lawinenforschung und der Gletscherkommission der SNG, Zürich 1972.
- Iken, A.
- Velocity variations of the White Glacier. - Axel Heiberg Island Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 31-38.
 - Measurement of water pressure in moulins as part of a movement study of the White Glacier, Axel Heiberg Island. Journal of Glaciology, Vol. 11, No. 61, 1972, p. 53-58.
 - und Kasser P. - (Rezension). Gletscherkraftwerke in Grönland. - Schweiz. Bauzeitung, 91. Jg., Heft 34, 1973.
 - siehe Müller, F.
- Jaccard, C.
- siehe Huber, H.
- Jensen, H. und Lang, H. - Forecasting discharge from a glaciated basin in the Swiss Alps. - International Symposium on the Role of Snow and Ice in Hydrology, Banff, 1972.
- Kälin, M.
- The active push moraine of the Thompson Glacier, Axel Heiberg Island, Canadian Arctic Archipelago, Axel Heiberg Island Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1971, IV, 68 p.
- Kasser, P.
- Die Gletscher der Schweizer Alpen 1969/70. Auszug aus dem 91. Bericht der Gletscherkommission der SNG. - Zeitschrift "Die Alpen", Jg. 47, 1971, 4. Quartal, S. 229-243 + 4 Bildseiten.
 - Les glaciers des Alpes suisses en 1969/70. Extrait du 91e rapport de la Commission des glaciers de la SHSN. - Revue "Les Alpes", 47e année, 1971, 4e trimestre, p. 229-243 + 4 pages de photos.
 - Die Gletscher der Schweizer Alpen 1969/70. 91. Bericht der Gletscherkommission der SNG, Bern, 1972, 69 S. mit 1 Kartenbeilage.
 - Les variations des glaciers suisses 1969/70. 91e rapport de la Commission des glaciers de la SHSN, Berne, 1972, 69 p. avec 1 carte annexée.
 - Les variations des glaciers suisses en 1970/71 et 1971/72. Procès-verbaux de la Section de Glaciologie de la Société hydrotechnique de France, Grenoble, 1973.
 - Influences of changes in the glacierized area on summer run-off in the Porte du Scex drainage basin of the Rhone. Symposium on the hydrology of glaciers, Cambridge, 1969. - Publication No. 95 de l'AISH, 1973, p.221-225. - Mitteilung Nr. 10 der VAW-ETHZ.
 - Fluctuations of glaciers 1965-1970. Publication of IAHS and UNESCO, Paris, 1973, 360 p. + 7 maps.

- und Aellen, M. - Die Gletscher der Schweizer Alpen 1970/71. Auszug aus dem 92. Bericht der Gletscherkommission der SNG. - Zeitschrift "Die Alpen", Jg. 48, 1972, 4. Quartal, S. 214-229 + 4 Bildseiten.
- und Aellen, M. - Les glaciers des Alpes suisses en 1970/71. Extrait du 92e rapport de la Commission des glaciers de la SHSN. - Revue "Les Alpes", 48e année, 1972, 4e trimestre, p. 213-228 + 4 p. de photos.
- und Aellen, M. - Die Gletscher der Schweizer Alpen 1971/72. Auszug aus dem 93. Bericht der Gletscherkommission der SNG. - Zeitschrift "Die Alpen", Jg. 49, 1973, 4. Quartal, S. 226-243 + 4 Bildseiten.
- und Aellen, M. - Les glaciers des Alpes suisses en 1971/72. Extrait du 93e rapport de la Commission des glaciers de la SHSN. - Revue "Les Alpes", 49e année, 1973, 4e trimestre, p. 226-243 + 4 p. de photos.
- (Rezension). Die Kryosphäre, das Eis der Erde und seine Untersuchung von Oskar Reinwarth und Gerhard Stäblein. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VIII, 1972.
- siehe Iken, A.
- Keller, H. M. und Meiman, J.R. - Der Einfluss der Topographie auf die Schneevertelung in zwei kleinen voralpinen Einzugsgebieten. - Annalen der Meteorologie, Neue Folge, Nr. 5, 1971, S. 253-257.
- Kinzl, H. - Gletschermessungen mit der Kamera am Unteraargletscher (Schweiz). - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 7, Heft 1-2, 1971, p. 219.
- Klimatologie der Schweiz. Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt.
 - siehe Schüepp, M.
 - siehe Schüepp, M. und Urfer, Ch.
 - siehe Uttinger, H.
- La Chapelle, E. - siehe Quervain, M. de
- La Marche, V.C. Jr. and Fritts, H.C. - Tree rings, glacial advance and climate in the Alps. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 7, H. 1/2, 1971, S. 125-131.
- Lang, H. - Einige Angaben über Schmelzwasserspenden von vergletscherten Einzugsgebieten. - Interpraevent 1971, Bd. 4, S. 127-128.
 - siehe Jensen, H.
 - Variations in the relation between glacier discharge and meteorological elements. Symposium on the hydrology of glaciers, Cambridge, England, 1969. - Publication No. 95 de l'AISH, 1973, p. 85-94. - Mitteilung Nr. 10 der VAW-ETHZ, 1973.
- Lemans, A. - Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten. - 58. Bericht, Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Jg. 116, H. 4, 1971, S. 471-479.
- Lillestrand, R. L. - siehe Weber, J. R.
- Lliboutry, L. A. - Les catastrophes glaciaires. - La Recherche, No. 12, 1971, p. 417-425.
- Lorrain, R. D. and Souchez, R. A. - Sorption as a factor in the transport of major cations by meltwaters from an alpine glacier. - Quaternary Research, Vol. 2, No. 2, 1972, p. 253-256.
- Lossev, K. - siehe Quervain, M. de

- Maag, H.U. - Ice-dammed lakes on Axel Heiberg Island, with special reference to the geomorphological effect of the outflowing lake water. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 39-48.
- Markgraf, V. - siehe Fliri, F.
- Martinec, J. - Portable water stage recorder for experimental hydrological measurements. - Proceedings of the Symposium on Hydrometry, IASH-WMO-UNESCO, Koblenz 1970.
- Martinelli, M., Jr. - Snow-fence experiments in alpine areas. - Journal of Glaciology, Vol. 12, 1973, No. 65, p. 291-304.
- Meiman, J.R. - siehe Keller, H.M.
- Michel, B. and Ramseier, R.O. - Classification of river and lake ice. - Canadian Geotechnical Journal, Vol. 8, No. 1, 1971, p. 36-45.
- Müller, F. - Was the Good Friday Glacier on Axel Heiberg Island surging? - Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 6, No. 4, Pt. 2, 1969, p. 891-894.
- Climatological research on Axel Heiberg Island. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 1-3.
- Discussion: The Wisconsin Deglaciation of Canada. IGU/INQUA Symposium Montreal, 1972, p. 231.
- (and others). - (ed.) International Geographical Union. Field Tour Ea 2: Arctic Archipelago I. 22nd International Geographical Congress. - Axel Heiberg Island Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, 56 p.
- Cafilisch, T. und Müller, G. - Das Schweizer Gletscherinventar als ein Beitrag zum Problem der Gletscher-Klimabeziehung. - Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1972, S. 186-187. - Festschrift Gletschergarten Luzern 1872-1972, S. 55-62. - Geographica Helvetica, 28. Jg., H. 2, 1973, S. 103-110.
- and Iken, A. - Velocity fluctuations and water regime of arctic valley glaciers. Symposium on the hydrology of glaciers, Cambridge, 1969. - Publication No. 95 IASH, 1973, p. 165-182.
- Ohmura, A. und Braithwaite, R. - Das North-Water Project, kanadische Hocharktis. - Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1972, S. 183-185. - Festschrift Gletschergarten Luzern 1872-1972, S. 62-69. - Geographica Helvetica, 28. Jg., H. 2, 1973, S. 111-117.
- Müller, G. - siehe Müller, F.
- Ergebnisse der täglichen Niederschlagsmessungen
- 1969, hrg. von der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt Zürich, 1970, IV + 186 S. mit 1 Tafel.
- 1970, hrg. 1971, IV + 102 S. mit 1 Tafel
- 1971, hrg. 1972, IV + 107 S. mit 1 Tafel
- 1972, 1. Quartal, hrg. 1972, 24 S.
- 1972, 2. Quartal, hrg. 1973, 24 S.
- Oechslin, M. - Eislawine am Wetterhorn.-Monatsbulletin "Die Alpen", 1970, Nr. 3, S.50-60.
- Roter Schnee - eine altbekannte Erscheinung aus den Alpen. - Neue Zürcher Zeitung, 1971, Nr. 182, Mittagsausgabe vom 21.4.1971, S. 21.
- Johann Jakob Scheuchzer. 2. August 1672 bis 23. Juni 1733. - Zeitschrift "Die Alpen", 48. Jg., 1972, 2. Quartal, S.89-93.
- 90 Jahre Gletscherbeobachtungen in der Schweiz. - "Die Alpen", 1973, Nr. 4, S. 101.

- Oeschger, H. - siehe Weiss, R. F.
- Ohmura, A. - Heat and water balance on arctic tundra. - International Geography, Vol. I, University of Toronto Press, 1972, p. 175-176.
 - Ocean-tundra-glacier interaction model. - ibid., Vol. II, 1972, p. 919-920.
 - Some climatological notes on the expedition area. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 5-13.
 - siehe Müller, F.
- Oulianoff, N. - A propos de la catastrophe de Mattmark. - Bulletin mensuel "Les Alpes", 1972, No. 8, p. 160.
 - A propos des "glaciers dangereux". - Bulletin technique de la Suisse Romande, 98e année, No. 18, 1972, p. 299-302.
- Peyer, I. - Gletscherbeobachtung mit der Kamera (Unteraargletscher). - Alpen, Bd. 47, 1971, S. 41-42.
 - La progression des glaciers à travers l'objectif. - Bulletin mensuel "Les Alpes", 1971, No. 3, p. 41-42.
- Pont, A. - Mattmark: les causes présumées de la chute catastrophique de 1965. - Revue "Les Alpes", 48e année, 1972, 2e trimestre, p. 124-128.
- Portmann, J.-P. - Géomorphologie de l'aire myriamétrique de Poste-de-la-Baleine (Nouveau Québec). - Cahiers de Géographie de Québec, 15e année, No. 34, 1971, p. 53-76.
 - Présence de moraine de fond à Poste-de-la-Baleine (Nouveau Québec). - ibid., 14e année, No. 32, 1970, p. 231-251.
 - Louis Agassiz (1807-1873). - Zeitschrift "Die Alpen", 49. Jg., 1973, 4. Quartal, S. 243-245.
- Primault, B. - Du risque de gel et de sa prévision. - Veröffentlichungen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 20, 1971, 17 p.
- Quervain, M. de - Bericht über die Tätigkeit des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung 1969/70. - Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 122, Nr. 10, 1971.
 - 1970/71. - ibid., 123, Nr. 10, 1972, S. 696-706.
 - 1971/72. - ibid., 124, Nr. 10, 1973, S. 784-794.
 - Frutiger, H., Schild, M. und Sommerhalder E. - Lawinenschutz in Graubünden. - Strasse und Verkehr, Jg. 57, Nr. 6, 1971, S. 275-281.
 - La Chapelle, E., Lossev, K., de Crécy, L. und Shoda, M. - International Avalanche Classification. - Bulletin IAHS, Vol. 18, No. 4, December 1973.
- Ramseier, R.O. - Formation of primary ice layers. IAHR Symposium: ice and its action on hydraulic structures, 1970, paper 3.1, 8 p. 1971.
 - Mechanical behaviour of ice at high temperature. - Bulletin of the American Physical Society, Ser. 2, Vol. 15, No. 6, 1970, p. 812 (abstract).
 - siehe Michel, B.
- Rieben, E. - Les travaux de défense contre les avalanches. - Bulletin mensuel "Les Alpes", 1971, no 11, p. 257-261.
- Roesli, F.J. - Der Gletschergarten in Luzern. - Schriftreihe "Luzern im Wandel der Zeiten", Heft 7, 1957.
- Röthlisberger, H. - Review of "Icefield ranges research project, scientific results", Vol. 1 (1969) and Vol. 2 (1970). - In "Ice", No. 37, 1971, p. 18-19.

- Seismic exploration in cold regions.-CRREL, Cold regions science and engineering monograph, 11-A2a, 1972, 138 p.
- Water pressure in intra- and subglacial channels. - Journal of Glaciology, Vol. 11, No. 62, 1972, p. 177-203. - Mitteilung Nr. 10 der VAW-ETHZ, 1973.
- Roulet, M. - siehe Huber, H.
- Ruprecht, W. - Protezione antivalanghe alla Gane di Sant'Antonio. - Route et trafic, année 57, No. 12, 1971, p. 643-647.
- Rutishauser, H. - Ein Versuch der Korrelation von Zungenänderungen eines Einzelgletschers mit ortsfremden Temperaturmessungen (erläutert am Beispiel des Tschingelgletschers). - Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft, Bern, Bd.28, 1971, S. 3-15.
- Observations on a surging glacier in East Greenland. - Journal of Glaciology, Vol. 10, 1971, p. 227-236.
- Rutsch, R. F. - Eine vergessene Veröffentlichung über erratische Blöcke. - Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. Neue Folge, Bd. 27, 1970, p. 6-8.
- Rychetnik, J. - Mittlere und extreme Schneehöhen im Versuchsgebiet Stillberg 1959/60 - 1969/70. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 168-178.
- Schaerer, P. A. - Variation of ground snow loads in British Columbia. - Proceedings of the Western Snow Conference, 38th annual meeting, 1970, p. 44-48.
- Planning defences against avalanches. - Canadian Geotechnical Journal, Vol.7, No. 4, 1970, p. 397-404.
- Schazmann, P.-E. - Le déchiffrement des glaciers. - Revue "Les Alpes", 48e année, 1972, 2e trim., p. 120-124.
- Schifferli-Amrein, M. und Wick, P. - Die Entdeckung und Entwicklung des Gletschergartens Luzern 1872-1972. - Festschrift Gletschergarten Luzern, Geographica Helvetica, 28. Jg., 1973, Heft 2, S. 3 - 16.
- Die Gletschertöpfe im Gletschergarten von Luzern. - *ibid.*, S. 17 - 20.
- Schild, M. - siehe Quervain, M. de
- und Gliott, S. - Schnee- und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 43 - 88.
- Winter 1971/72. *ibid.*, Nr. 36, 1973, S. 47 - 91.
- und Gliott, S. - Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 89 - 153.
- Winter 1971/72. *ibid.*, Nr. 36, 1973, S. 92 - 135.
- Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen:
- Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, mit Beiträgen von Beck, E., Föhn, P., Gliott, S., Good, W., Quervain, M. de, Rychetnik, J., Schild, M. und Wakabayashi, R., 180 S.
- Winter 1971/72. *ibid.*, Nr. 36, 1973, mit Beiträgen von Beck, E., Föhn, P., Gliott, S., Quervain, M. de und Schild, M., 137 S.
- Schüepp, M. - Klimatologie der Schweiz, G, Wind, 1.-3. Teil: Windverteilung, Synoptisches Stationsnetz, Häufigkeiten der Windrichtungen und der Windstärken, Klimatologisches Stationsnetz. - Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, 108. Jg., 1971.

- und Urfer, Ch. - Klimatologie der Schweiz, D, Luftfeuchtigkeit. Relative Feuchtigkeit: Monats- und Jahresmittel, Häufigkeitsverteilungen, Jahresgang; Dampfdruck: Monats- und Jahresmittel; Kombinierte Häufigkeitsverteilung Temperatur - Relative Feuchtigkeit. - Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, 107. Jg., 1970.
- Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt:
 - siehe Annalen
 - siehe Klimatologie
 - siehe Niederschlagsmessung
- Sevruk, B.
 - Precipitation measurements by means of storage gauges with stereo and horizontal orifices in the Baye de Montreux watershed. - Geilø symposium on distribution of precipitation in mountainous areas, Vol. II, WMO, Nr. 326.
 - Evaporation losses from storage gauges. - *ibid.*
 - Vergleichende Niederschlagsmessungen mit hangparallelen Auffangflächen auf der Cape au Moine (Baye de Montreux). - Wetter und Leben, Jg. 24, 1972, S. 190-197.
 - Initial wetting losses incurred by ground level stereo-gauges. - Water Resources Research, Vol. 9, Nr. 3, 1973, p. 759-763.
 - Erfahrungen mit Totalisatoren mit schiefen, geneigten und bodenebenen Auffangflächen im Einzugsgebiet der Baye de Montreux. - Veröffentlichungen der MZA, Nr. 30, 1973, S. 1-21.
 - Einfluss der Temperatur auf die Messung des Niederschlags mit Totalisatoren. - *ibid.*, S. 22 - 44.
 - Einfluss des wachsenden Waldes auf die Niederschlagsmessung im Einzugsgebiet der Baye de Montreux. - Wetter und Leben, Vol. 25, Nr. 1 - 2, 1973, S. 1 - 6.
- Shoda, M.
 - siehe Quervain, M. de
- Sommerhalder, E.
 - siehe Quervain, M. de
- Souchez, R. A.
 - siehe Lorrain, R. D.
- Stauffer, B.
 - siehe Bucher, P.
- Urfer, Ch.
 - siehe Schüepp, M.
- Uttinger, H.
 - Klimatologie der Schweiz, E, Niederschlag, 5. - 8. Teil. Niederschlag, Niederschlagshäufigkeit: Allgemeines, Zahl der Tage mit Niederschlagsmengen über 1 mm und ihre Veränderlichkeit. - Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, 106. Jg., 1969.
- Veyret, P.
 - Observations récentes sur deux glaciers du massif du Mont Blanc. - Annalen der Meteorologie, Neue Folge, Nr. 5, 1971, p. 219-220.
 - Processus de l'érosion et de l'accumulation glaciaires en action. Observations sur certains glaciers en crue du massif du Mont Blanc (étés 1968-1970). - Revue de Géographie Alpine, Tome 59, fasc. 2, 1971, p. 155-170.
- Viglezio, G.
 - Opere anti valangarie eseguite e da eseguire. - Valle Leventina, anno VII, 1971, p. 23 - 40.
- Wakabayashi, R.
 - Schnee und Lawinen in Japan. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 163-167.
- Wales, R. J.
 - The lateral moraine of the lower Arolla Glacier. - Geographical Articles (Cambridge), Nr. 8, 1967, p. 8 - 16.

- Weber, J.R. and Andrieux, P. - Radar soundings on the Penny Ice Cap, Baffin Island. - *Journal of Glaciology*, Vol. 9, No. 55, 1970, p. 49 - 54.
- and Lillestrand, R.L. - Measurement of tilt of a frozen sea. - *Nature*, Vol. 229, No. 5286, 1971, p. 550-551.
- Weiss, R.S., Bucher, P., Oeschger, H. and Craig, H. - Compositional variations in gases in temperate glaciers. - *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 16, No. 2, 1972, p. 178 - 184. - *Eos* (Transactions American Geophysical Union), Vol. 50, No. 4, 1969, p. 142 (abstract).
- Whalley, W.B. - An exposure of ice on the distal side of a lateral moraine, (Corresp.). - *Journal of Glaciology*, Vol. 12, No. 65, 1973, p. 327-330.
- Wick, P. - siehe Schifferli-Amrein, M.
- Widrig, J. - Die Lawine am Gonzen. - *Terra plana*, Nr. 4, Winter 1971/72, S. 60 - 66.
- Yen, Y.-C. and Zehnder, A. - Melting heat transfer with water jet. - *International Journal of Heat and Mass transfer*, Vol. 16, No. 1, 1973, p. 219 - 223.
- Young, G.J. - Snow sampling at the end of winter, Wolf River basin. - *Axel Heiberg Research Reports*, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 19 - 23.
- White Glacier mass balance. - *ibid.* p. 25 - 30.
- Zehnder, A. - siehe Yen, Y.-C.
- Zingg, Th. - Ueber Schnee- und Eisverhältnisse in Graubünden. - *Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie*, Vol. 33, 1971, Fasc. 1, S. 382 - 385.
- Zobl, M. - siehe Ambach, W.

Angaben über die bisher erschienenen Jahresberichte:

Die Jahresberichte über die Veränderungen der Schweizer Gletscher wurden im Jahre 1880 durch F. A. Forel (1841 - 1912) begründet.

Die Berichtersteller waren:

Nr. 1 (1880) bis 15 (1893/94): F. A. Forel
Nr. 16 (1894/95) und 17 (1895/96): F. A. Forel und L. Du Pasquier
Nr. 18 (1896/97) bis 27 (1905/06): F. A. Forel, M. Lugeon und E. Muret
Nr. 28 (1906/07): F. A. Forel, E. Muret, P. Ls. Mercanton und E. Argand
Nr. 29 (1907/08) bis 32 (1910/11): F. A. Forel, E. Muret und P. Ls. Mercanton
Nr. 33 (1911/12) bis 34 (1912/13): E. Muret und P. Ls. Mercanton
Nr. 35 (1913/14) bis 70 (1948/49): P. Ls. Mercanton
Nr. 71 (1949/50) bis 75 (1953/54): P. Ls. Mercanton und A. Renaud
Nr. 76 (1954/55) bis 83 (1961/62): A. Renaud
Nr. 84 (1962/63) bis 91 (1969/70): P. Kasser
Nr. 92 (1970/71): P. Kasser und M. Aellen

Die Berichte sind in folgenden Zeitschriften erschienen:

Nr. 1 und 2: Echo des Alpes XVII und XVIII, Genève 1881 und 1882.
Nr. 3 bis 44: Jahrbuch des Schweizer Alpenklub, Bände XVIII bis LVIII, Bern 1883 bis 1924.
Nr. 45 bis 92: Die Alpen, Jahrgänge 1 bis 48, Bern 1925 bis 1972,
Nr. 71 bis 75 ohne Tabellen,
Nr. 85 bis 92 gekürzt.

LES VARIATIONS
DES GLACIERS SUISSES
1970—1971

92^e RAPPORT

Publication de la
Commission des glaciers
de la Société helvétique des sciences naturelles / SHSN

1974

LES VARIATIONS
DES GLACIERS SUISSES
1970 - 1971

PETER KASSER et MARKUS AELLEN

Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques

SECTION D'HYDROLOGIE ET DE GLACIOLOGIE

92e RAPPORT

PUBLICATION DE LA COMMISSION DES GLACIERS

de la Société helvétique des sciences naturelles (SHSN)

1974

Publication de la Commission des glaciers
de la Société helvétique des sciences naturelles (SHSN)

c/o Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques
annexés à l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich (VAW/EPFZ)
Voltastrasse 24, CH-8044 Zurich.

Imprimée par Staempfli + Cie SA, Berne, 1974

© Commission des glaciers de la SHSN, 1974

Imprimée en Suisse

Notice

La Commission des glaciers de la Société helvétique des sciences naturelles (SHSN) a été constituée en 1893. Elle poursuit le même but que le "Collège glaciaire" fondé en 1869 par le Club alpin suisse (CAS) et la SHSN, commission dissoute lors de la création de la commission actuelle.

Art. 3 du règlement de la Commission:

"La Commission a pour tâche l'étude du phénomène glaciaire dans son ensemble, particulièrement dans notre pays. Elle poursuit notamment le contrôle régulier des glaciers suisses. Elle réalise les travaux exigeant un effort collectif, confiés à ses membres ou à des tiers qualifiés des tâches spéciales et donne son appui à des recherches privées. En principe, les tiers subventionnés doivent être membres de la SHSN".

Commission des glaciers de la SHSN:	Membres :	depuis
	Peter Kasser, président, Zurich	1948
	Marcel de Quervain, vice-président, Davos	1958
	Hans Röthlisberger, secrétaire, Zurich	1965
	André Flotron, Meiringen	1972
	Robert Haefeli, Zurich	1943
	Claude Jaccard, Neuchâtel	1965
	Fritz Müller, Zurich	1971
	Hans Oeschger, Berne	1967

Groupe de travail pour l'observation des glaciers:

Peter Kasser, délégué aux observations des glaciers
Hans Röthlisberger, membre

Depuis 1964 la Commission des glaciers de la SHSN est redevable de la collection des résultats des contrôles annuels et de la rédaction du rapport annuel à la section d'hydrologie et de glaciologie des Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques annexés à l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich.

Zurich, janvier 1974

TABLE DES MATIERES

	page
Table des matières	4
1. OBSERVATIONS HYDROMETEOROLOGIQUES	7
Conditions climatiques et d'enneigement 1970/71	7
a) L'hiver (1 ^{er} octobre 1970 au 30 avril 1971)	7
b) L'été (1 ^{er} mai au 30 septembre 1971)	8
c) L'année hydrologique (1 ^{er} octobre 1970 au 30 septembre 1971)	8
Tableau 1: Somme des moyennes journalières positives de la température de mai à septembre 1969, 1970. et 1971	9
Figure 1: Précipitations, température, durée d'insolation et écoulement 1970/71	10
Tableaux 2 et 3: Précipitations, écoulement, température, somme des températures journalières positives et durée d'insolation par mois, hiver, été et année	
Tableau 2 : valeurs pour 1970/71	12
Tableau 3 : valeurs centrées réduites pour 1970/71	14
2. NEIGE ET AVALANCHES PENDANT L'HIVER 1970/71	16
Tableau 4 : Enneigement de l'hiver 1970/71	17
3. OBSERVATIONS CONCERNANT LES GLACIERS	18
3.1. Activité et événements particuliers	18
Tableau 5 : Vols photogrammétriques en 1971	20
Figure 2 : Les glaciers des Alpes suisses. Observations en 1971	24
3.2. Variations de longueur des glaciers	25
Tableau 6 : Variations de longueur des glaciers 1968/69 - 1970/71. Récapitulation	26
Tableau 7 : Variations de longueur des glaciers 1969/70 et 1970/71	
Figure 3 : Le front du glacier de Giétro 1947/71	33
Figure 4 : Glacier de Giétro. Etats particuliers dès la fin du 16e siècle	34
Tableau 8 : Longueur et variation de longueur du glacier du Trient d'après divers levés topographiques	43
Figure 5 : Le front du glacier du Trient 1956 - 1973	44
Figure 6 : Longueur et variation de longueur du glacier du Trient 1845 - 1973	45
Tableau 9 : Variation de longueur du glacier du Trient 1878 - 1973 d'après les mesures de la Commission des glaciers	46

3.3.	Illustrations photographiques	48
	Légendes	48
	Le Glacier du Trient le 11 juin 1971	
	Le glacier inférieur de Grindelwald le 3 septembre 1971 (photo aérienne)	
	Le glacier inférieur de Grindelwald le 31 octobre 1971	
	Le glacier d'Ammerten le 19 septembre 1971	
3.4.	Bilans de masse	49
	Tableau 10 : Bilans annuels de masse de quelques glaciers de 1968/69 à 1970/71	49
	Tableaux 11 à 13: Bilans spécifiques moyens de masse 1970/71 par échelons d'altitude de 100 m.	50
	Tableau 11 : Glacier de Gries	50
	Tableau 12 : Glaciers de Limmern et de Plattalva	52
	Tableau 13 : Glacier de Silvretta	52
	Figure 7 : Glacier de Gries. Bilan de masse en 1970/71	51
	Figure 8 : Glaciers de Limmern et de Plattalva. Bilan de masse en 1970/71	53
	Figure 9 : Glacier de Silvretta. Bilan de masse en 1970/71	54
	Tableau 14 : Accumulation hivernale, bilan spécifique annuel de masse et variation du niveau de la surface glaciaire aux points choisis de différents glaciers en 1970/71	55
3.5.	Mensurations à différents glaciers du Val de Bagnes	61
3.5.1.	Mensurations au glacier de Giétro	61
	Tableau 15 : Glacier de Giétro 1966 - 1971. Variation du niveau de la surface glaciaire	63
	Figure 10 : Glacier de Giétro 1966 - 1971. Situation des stations trigonométriques, des balises et des profils	64
	Tableau 16 : Glacier de Giétro. Bilans spécifiques 1966/67 - 1970/71	65
	Tableau 17 : Glacier de Giétro 1966 - 1971. Vitesses mesurées près de l'axe médian du glacier	66
	Figure 11: Glacier de Giétro. Sondages sismiques sur le plateau supérieur de la langue	67
	Tableau 18 : Glacier de Giétro 1966 - 1971. Dimensions et bilan de masse de la partie terminale de la langue	
	a) Valeurs absolues	68
	b) Variations annuelles	69
	Figure 12 : Glacier de Giétro. Topographie du lit glaciaire au replat inférieur de la langue	70
	Figure 13 : Glacier de Giétro. Epaisseur du glacier à la partie terminale de la langue	71

	page
3.5.2. Mensurations au glacier de pente situé au versant nord-est du Tournelon Blanc	72
Tableau 19 : Position de la falaise frontale en 1964, 1966, 1967, 1968, 1970 et 1971	73
Figure 14 : Glacier de pente au versant nord-est du Tournelon Blanc. Situation	74
Figure 15 : Glacier de pente au versant nord-est du Tournelon Blanc. Sondages à foreuse hydrothermique	75
Figure 16 : Glacier de pente au versant nord-est du Tournelon Blanc. Configuration de la falaise frontale en 1964, 1966, 1967, 1968, 1970 et 1971	76
3.5.3. Mensurations au glacier de Corbassière	78
Tableau 20 : Glacier de Corbassière 1967 - 1971. Variations du niveau de la surface glaciaire et vitesses mesurées aux profils transversaux	79
3.5.4. Mensurations aux glaciers de l'Aar	80
Tableau 21 : Glaciers de l'Aar 1970/71. Récapitulation des résultats principaux	81
Tableau 22 : Glacier inférieur de l'Aar. Mesures à courte échéance du mouvement au profil transversal no. 4	82
a) prise des photos par intervalles de 4 jours	82
b) prise journalière des photos	86
4. LISTE DE PUBLICATIONS	

1. OBSERVATIONS HYDROMETEOROLOGIQUES

Conditions climatiques et d'enneigement du 1^{er} octobre 1970 au 30 septembre 1971

Des données numériques tirées des Annales de l'Institut suisse de météorologie (ISM/MZA) et de l'office fédéral pour l'économie hydraulique (A+W) ont permis de représenter graphiquement les conditions climatiques aux tableaux 2 à 3 et à la figure 1. Aux diagrammes les précipitations, l'insolation et l'écoulement figurent par leurs rapports aux valeurs moyennes pluriannuelles; quant à la température, elle est indiquée par les écarts aux valeurs moyennes. Les données caractérisent le climat du mois, de l'hiver, de l'été et de l'année. L'hiver comprend les sept mois d'octobre à avril; l'été comprend ceux de mai à septembre. Les sommes positives de température du tableau 1 sont tirées de la publication de A. Lemans: "Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebietten, 58. Bericht." Les valeurs de la couverture de neige du tableau 4 proviennent en partie de l'Institut suisse pour l'étude de la neige et des avalanches au Weissfluhjoch sur Davos (SLF), en partie des mesures faites par les VAW de l'EPF Zurich. Le rapport sur "Neige et avalanches pendant l'hiver 1970/71" a été rédigé par M. Schild (SLF); des détails se trouvent dans l'annuaire du SLF. Nos remerciements vont à toutes ces institutions et à leurs collaborateurs pour leur aide.

a. L'hiver (1^{er} octobre au 30 avril)

La période d'ablation de 1970 des glaciers a pris fin avec les chutes de neige qui ont suivi le changement de temps du 30 septembre. Parmi les champs d'étude à haute altitude et en marge des glaciers, le Weissfluhjoch (2540 m) fut enneigé en permanence dès le 1^{er} octobre. Au Säntis (2350 m) et au Gütsch (2290 m), la couche de neige, formée dès les quatre premiers jours d'octobre, disparut entièrement. Mais le 20 octobre la couche de neige permanente a commencé à se former. La somme des précipitations en octobre et en novembre a peu différé de la normale dans la plupart des régions: elle l'a notablement dépassée en octobre dans les Alpes orientales, au nord de l'Engadine, et en novembre dans l'Engadine. Durant les mois de décembre à février, les précipitations n'ont dépassé la norme qu'au sud des Alpes en janvier. Le Valais a été nettement trop sec pendant ces trois mois; l'Oberland bernois et la Suisse centrale l'ont été en décembre et en janvier, la Suisse du Nord-Est et le centre des Grisons en janvier. Pendant le mois de mars, partout trop froid, une partie du déficit a été compensée en Valais par de fortes chutes de neige; au sud des Alpes et en Engadine, les précipitations furent également plus fortes que la normale. En revanche, dans l'Oberland bernois et en Suisse centrale, les précipitations de mars furent à peu près normales, tandis que la Suisse orientale et le centre des Grisons furent nettement trop secs. Le mois d'avril légèrement trop chaud au sud des Alpes et en Engadine, fortement trop chaud dans les autres régions, fut partout très sec, à l'exception du sud des Alpes où des précipitations presque normales furent enregistrées. La somme globale de pluie de tout l'hiver, d'octobre à avril, fut légèrement supérieure à la norme au sud des Alpes et en Engadine, mais trop faible dans toutes les autres régions.

b. L'été (1^{er} mai au 30 septembre)

A un mois de mai nettement trop humide en Valais a succédé un mois de juin partout pluvieux et très froid, pendant lequel la fonte des neiges fut minime. Juillet fut partout beaucoup trop sec, ensoleillé et un peu trop chaud. En août, les températures élevées, par conditions de pluie variables d'un endroit à l'autre, ont provoqué une ablation notable et un débit supranormal des effluents glaciaires. Pendant le mois de septembre, ensoleillé et trop sec, le débit des rivières fut relativement faible par suite de températures trop basses. La période estivale de mai à septembre a procuré au Valais un faible excédent d'eau, tandis que les autres régions restaient trop sèches. Les températures de l'été furent trop basses au sud des Alpes et en Engadine, normales dans l'Oberland bernois et en Valais, un peu trop hautes dans les autres régions.

c. L'année hydrologique (1^{er} octobre au 30 septembre)

Les sommes des précipitations ont été normales en Engadine, un peu trop faibles dans l'Oberland bernois, en Valais et au Tessin, beaucoup trop faibles en Suisse centrale et orientale, comme aux Grisons. Tenant compte en outre des températures estivales, on pouvait s'attendre à un déficit de masse de l'économie glaciaire, mais pas dans la mesure où le montrent les chiffres du tableau 10. Cependant le grand nombre de glaciers en recul fourni par le tableau 6 révèle une importante ablation des langues terminales qui, parallèlement à une alimentation insuffisante de certains névés, devait conduire à une perte sensible de ces glaciers. D'autre part, la chute de poussières sahariennes en mars qui par endroits ont coloré en jaune la neige a contribué pour sa part à accélérer la fonte. Remarquons pour finir que la période d'ablation de l'été 1971 s'est poursuivie au-delà du terme du 30 septembre qui clôt notre rapport.

Tableau 1 ¹⁾. Somme des températures journalières positives = $\Sigma + ^\circ\text{C}$ mai à septembre

Station	Altitude	Mai/sept.	Mai/sept.	Mai/sept.
	m sur mer	1969 $\Sigma + ^\circ\text{C}$	1970 $\Sigma + ^\circ\text{C}$	1971 $\Sigma + ^\circ\text{C}$
a) Stations d'observation				
Gütsch	2287	837	849	888
Säntis 2)	2500	694	649	659
Weissfluhjoch	2667	611	599	632
Jungfrauoch (Sphinx)	3578	94	78	99
Payerne (700 mb) 3)	3100	293	322	280
München (700 mb) 3)	3100	270	231	254
Mailand (700 mb) 3)	3100	338	406	384
b) Extrapolations pour les névés de				
Clariden 4)	2700	530	544	565
Clariden 4)	2900	399	411	424
Silvretta 5)	2750	553	546	575
Jungfraufirn (P ₃) 6)	3350	173	155	166

- 1) Extrait de A. Lemans "Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten" 58. Bericht, Zurich 1971.
- 2) Valeurs corrigées par A. Lemans, qui sont comparables avec les longues séries d'avant 1960.
- 3) Observations de températures dans l'atmosphère libre, faites au moyen de radiosondages au niveau 700 mb = environ 3100 mètres sur mer (valeurs moyennes des sondages de 1 heure et 13 heures calculées par G. Gensler).
- 4) Valeurs extrapolées d'après Gütsch.
- 5) Valeurs extrapolées d'après Weissfluhjoch.
- 6) Valeurs extrapolées d'après Jungfrauoch-Sphinx.

Figure 1

PRÉCIPITATIONS, TEMPÉRATURES, DURÉE D'INSOLATION ET ÉCOULEMENT
1970/71

Valeurs mensuelles saisonnières et annuelles de l'année 1970/71
relatives aux valeurs moyennes de la période 1931÷1960 [exceptions voir 1)]
10,...,9 mois d'octobre 1970 à septembre 1971

H = hiver = octobre à avril
E = été = mai à septembre
A = année = octobre à septembre

1) Exceptions :

No	Station	Température	Durée d'insolation	Débit
2	Jungfrauoch	1938/39 ÷ 63/64	1931/32 ÷ 60/61	—
4	Sion	—	1941/42 ÷ 63/64	—
6	Testa Grigia	1952/53 ÷ 63/64	—	—
10	Locarno - Monti	1935/36 ÷ 63/64	1931/32 ÷ 60/61	—
11	St.Gallen	—	1956/57 ÷ 63/64	—
51	Massa / Massaboden	—	—	1931/32 ÷ 60/61
55	Hinterrhein / Hinterrhein	—	—	1945/46 ÷ 63/64

Données météorologiques •

Précipitation $\frac{\Delta P}{\bar{P}} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$
Température $\Delta T = \text{Écart de la moyenne}$
Durée d'insolation $\frac{\Delta E}{\bar{E}} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$

Stations météorologiques :

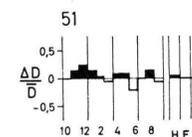
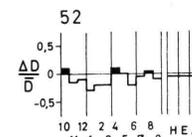
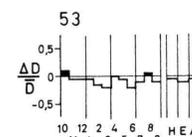
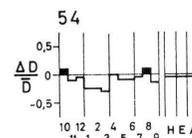
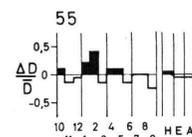
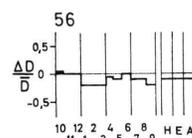
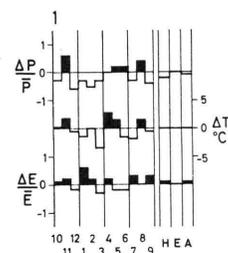
No	Station	m.s.m.	No	Station	m.s.m.
1	Bern	572	9	Airolo	1167
2	Jungfrauoch	3576	10	Locarno - Monti	379
3	Montreux	408	11	St.Gallen	664
4	Sion	549	12	Säntis	2500
5	Zermatt	1610	13	Chur	586
6	Testa Grigia	3488	14	Davos	1561
7	Zürich MZA	569	15	Bever	1712
8	Engelberg	1018	16	Brusio	840
			17	Grand - St - Bernard	2479

Mesure des débits

Débits $\frac{\Delta D}{\bar{D}} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$

Stations de jaugeage :

No	RIVIÈRE / Station	m.s.m.	Bassin versant		
			Superficie totale S en km ²	Altitude moyenne m.s.m.	Aires englacées en % de S
51	MASSA / Blatten bei Nates	687	195	2945	66.6
52	VISPA / Visp	650	778	2660	33.1
53	RHÔNE / Porte du Scex	374	5220	2130	16.2
54	LÜTSCHINE / Gsteig	582	379	2050	19.5
55	HINTERRHEIN / Hinterrhein	1581	55	2390	21.6
56	RHEIN / Rheinfelden	258	34550	1085	1.6



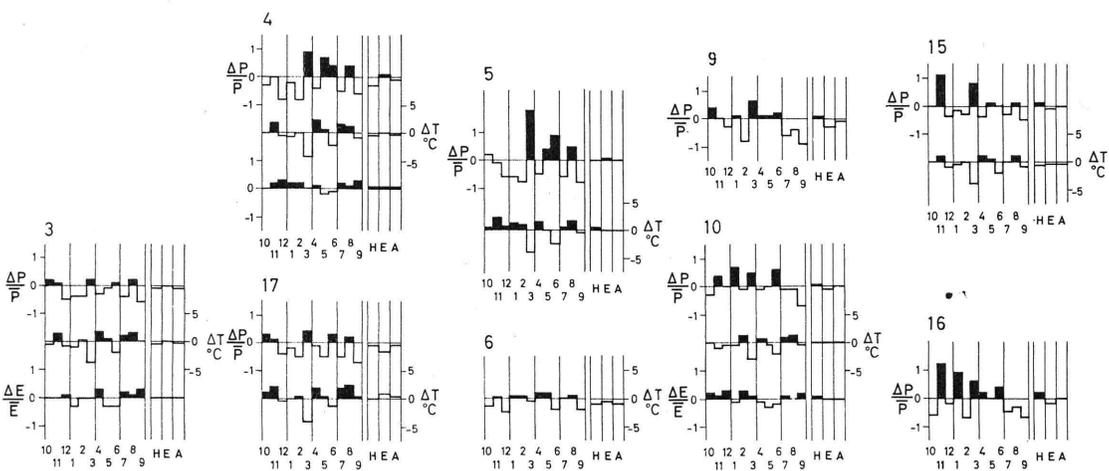
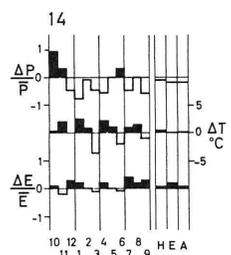
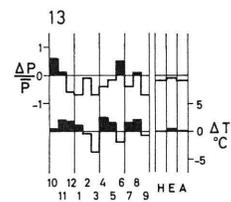
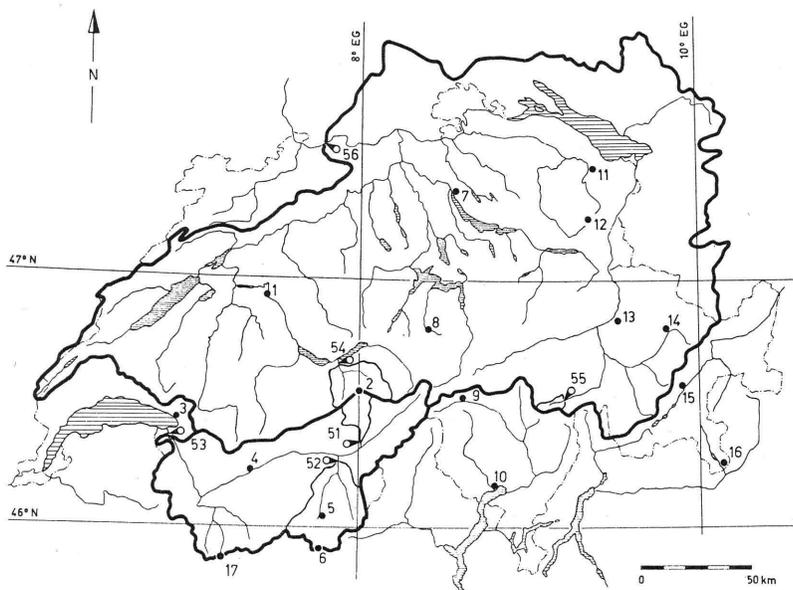
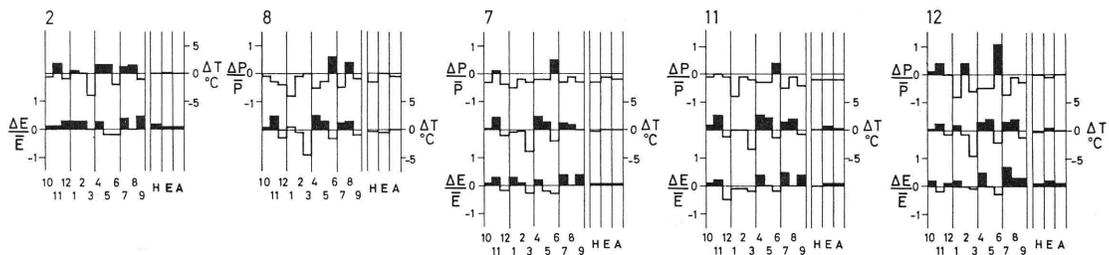


Tableau 2. Précipitations, Ecoulement, Températures, Somme des Températures journalières positives et Durée d'insolation. Valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles.

Tabelle 2. Niederschlag, Abfluss, Temperatur, Summe der positiven Tagestemperaturen und Sonnenscheindauer. Zahlenangaben für Monate, Winter, Sommer und Jahr.

Valeurs en 1970/71

- Werte für 1970/71

	Station		Mois - Monate											Hiver	Eté	Année		
	Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Winter	Sommer	Jahr	
			10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9	
Précipi- tations en mm	1	Bern	53	110	23	43	28	41	65	110	145	85	167	58	363	565	928	
	3	Montreux-Clarens	100	164	38	45	46	82	51	91	148	79	174	42	526	534	1060	
	4	Sion	32	61	9	46	15	66	19	66	76	25	96	19	248	282	530	
	5	Zermatt	70	53	20	19	11	148	26	85	135	22	98	14	347	354	701	
	7	Zürich MZA	57	81	40	34	57	45	66	84	202	94	123	80	380	583	963	
	8	Engelberg	113	78	55	17	98	100	53	91	285	100	233	113	514	822	1336	
	9	Airolo	235	164	69	96	19	157	139	191	184	61	121	23	879	580	1459	
	10	Locarno-Monti	114	204	89	96	59	144	137	220	317	185	214	52	843	988	1831	
	Nieder- schlag in mm	11	St. Gallen	80	78	59	20	93	61	61	93	228	85	132	69	452	607	1059
		12	Säntis	374	266	175	48	253	60	90	101	531	95	245	149	1266	1121	2387
13		Chur	101	68	22	16	50	16	28	57	139	62	115	21	301	394	695	
14		Davos-Platz	132	88	33	17	67	30	23	81	156	76	125	33	390	471	861	
15		Bever	69	133	27	32	31	75	27	82	93	72	120	45	294	412	806	
16		Brusio	33	166	40	67	14	79	70	93	153	57	77	31	469	411	880	
17		Grand-St.-Bernard	241	223	105	166	94	225	157	91	219	58	179	46	1211	593	1804	
Indice d'Ecoule- ment en mm	51	Massa/Blatten, Naters	94	20	10	5	3	4	23	121	220	574	743	318	159	1976	2135	
	52	Vispa / Visp	60	18	14	8	9	10	28	70	111	244	188	119	147	732	879	
	53	Rhône/Porte du Scex	69	35	27	20	18	20	48	95	121	184	212	97	237	709	946	
	54	Lütschine/Gsteig	93	42	28	14	11	16	93	153	226	276	318	107	297	1080	1377	
	Abflusshöhe in mm	55	Hinterrhein/Hinterrhein	120	38	28	28	25	19	78	265	297	381	365	115	336	1423	1759
		56	Rhein/Rheinfelden	77	62	55	34	31	35	60	66	105	86	79	49	354	385	739

Tableau 2. Continuation

Tabelle 2. Fortsetzung

	Station	Mois - Monate												Hiver	Eté	Année				
		Nr.	Nom	-	Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Winter	Sommer	Jahr
																	10-4	5-9	9-10	
Températures en °C	1	Bern	8.8	5.5	- 0.4	- 2.6	0.5	0.8	11.3	14.2	14.5	16.1	18.7	13.6			3.4	15.4	8.4	
	2	Jungfrauoch	- 6.6	- 8.4	-14.0	-14.1	-14.7	-16.7	- 8.4	- 5.1	- 5.1	0.2	0.4	- 3.4			-11.8	- 2.6	- 8.0	
	3	Montreux-Clarens	9.8	7.3	1.5	0.0	2.3	2.1	11.6	14.6	15.6	20.5	20.3	14.7			4.9	17.1	10.0	
	4	Sion	10.1	6.6	0.2	- 1.1	1.9	2.4	13.1	15.5	16.2	21.4	20.2	15.0			4.7	17.7	10.1	
	5	Zermatt	5.0	1.6	- 4.0	- 4.7	- 3.6	- 4.8	4.9	8.0	8.7	13.4	13.6	8.7			- 0.8	10.5	3.9	
	6	Testa-Grigia	- 5.1	- 6.8	-12.0	-11.7	-12.2	-16.7	- 7.9	- 3.7	- 3.2	1.2	1.4	- 2.4			-10.3	- 1.3	- 6.6	
	7	Zürich MZA	8.9	6.0	- 0.7	- 1.7	- 0.1	0.7	10.9	14.2	14.0	18.8	18.1	13.0			3.4	15.6	8.5	
	8	Engelberg	6.6	3.9	- 3.6	- 2.8	- 2.7	- 3.1	7.5	11.1	11.0	15.5	15.2	10.2			0.8	12.6	5.7	
	Temperatur in °C	10	Locarno-Monti	11.9	7.8	3.0	1.8	5.4	4.9	12.5	14.8	17.1	21.9	21.4	16.6			6.8	18.4	11.6
		11	St. Gallen	8.4	5.6	- 1.8	- 1.8	- 0.8	- 0.3	9.9	13.7	13.4	18.2	17.8	12.2			2.7	15.1	7.9
		12	Säntis	- 0.2	- 3.2	- 8.2	- 7.8	- 9.7	-11.3	- 2.7	1.9	1.0	6.8	7.0	2.1			- 6.2	3.8	- 2.0
		13	Chur	9.5	6.2	- 1.4	0.1	- 0.1	1.2	11.5	14.6	14.2	19.1	19.0	13.7			3.9	16.1	9.0
		14	Davos-Platz	4.0	0.9	- 5.1	- 4.4	- 4.8	- 5.4	4.8	8.4	8.6	13.4	13.5	8.0			- 1.4	10.4	3.5
		15	Bever	1.8	- 2.0	- 9.2	-10.1	- 7.8	- 7.4	2.2	6.5	7.9	11.9	12.0	7.1			- 4.5	9.1	1.1
		17	Grand-St.-Bernard	1.2	- 2.1	- 7.8	- 8.5	- 8.1	-10.3	- 1.5	1.7	3.2	9.0	9.4	4.9			- 5.3	5.6	- 0.7
		Somme des Températures journalières positives	2	Jungfrauoch	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	43.8	9.1			0.0	98.8	98.8
			4	Sion	314.4	199.2	50.2	37.7	54.2	112.0	393.5	481.8	485.3	675.8	627.0	451.0			1161.2	2720.9
5	Zermatt		164.8	65.2	4.9	3.2	3.6	1.5	145.8	247.2	261.7	414.7	422.7	261.8			389.0	1608.1	1997.1	
10	Locarno-Monti		369.8	234.0	104.2	72.1	151.1	153.4	374.8	459.1	514.1	679.3	662.4	499.1			1459.3	2814.0	4273.4	
12	Säntis		66.2	15.2	2.8	0.0	0.0	0.0	11.4	77.9	58.4	213.5	218.9	89.7			95.6	658.4	754.0	
Somme der Tagestempera- turen über 0 °C	17	Grand-St.-Bernard	87.8	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	67.2	102.3	277.8	292.1	151.0			121.1	890.4	1011.5	
	Durée d'insola- tion en heures	1	Bern	126	70	38	90	106	103	211	162	180	329	225	229			744	1125	1869
		2	Jungfrauoch	152	112	124	124	131	154	205	127	148	294	205	251			1002	1025	2027
		3	Montreux-Clarens	114	69	64	42	89	138	210	130	145	276	229	202			726	982	1708
		4	Sion	174	123	123	122	145	168	224	178	201	323	265	249			1079	1216	2295
7		Zürich MZA	118	69	29	59	87	107	213	168	156	328	222	233			628	1107	1789	
Sonnenschein- dauer in Stunden		10	Locarno-Monti	184	130	144	114	198	202	178	140	205	308	256	245			1150	1154	2304
		11	St. Gallen	120	52	20	40	71	95	194	168	139	308	202	212			592	1029	1621
		12	Säntis	181	98	118	128	119	135	212	160	101	292	214	209			991	976	1967
		14	Davos-Platz	145	75	106	101	99	129	191	158	147	274	221	210			846	1010	1856

Tableau 3. Précipitations, Ecoulement, Températures, Somme des Températures journalières positives et Durée d'insolation. Valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles.

Tabelle 3. Niederschlag, Abfluss, Temperatur, Summe der positiven Tagestemperaturen und Sonnenscheindauer. Zahlenangaben für Monate, Winter, Sommer und Jahr.

Déviations standardisées (q) pour 1970/71 - Standardisierte Abweichungen (q) für 1970/71.

$$q = \frac{N - \bar{N}}{s} \quad \text{où: } \begin{array}{l} N = \text{valeur 1970/71} \\ \bar{N} = \text{valeur moyenne} \\ s = \text{écart-type} \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{de la période 1930/31-1959/60} \\ \text{(exceptions voir légende fig. 1)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{wobei: } N = \text{Wert für 1970/71} \\ \bar{N} = \text{Mittelwert} \\ s = \text{Streuung} \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{der Periode 1930/31 -} \\ \text{1959/60 (Ausnahmen} \\ \text{siehe Legende Abb. 1)} \end{array} \right\}$$

	Station	Mois - Monate												Hiver	Eté	Année		
		Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9
Précipi- tations en mm	1	Bern	-0.4	0.7	-0.9	-0.5	-0.6	-0.4	-0.1	0.5	0.6	-0.6	1.0	-0.9	-0.5	0.1	-0.3	
	3	Montreux-Clarens	0.3	1.3	-0.9	-1.0	-0.5	0.3	-0.5	-0.1	0.3	-1.0	0.4	-1.4	-0.0	-0.8	-0.5	
	4	Sion	-0.4	0.0	-1.1	-0.4	-0.8	1.1	-0.6	1.4	1.0	-1.2	1.0	-1.1	-0.8	0.5	-0.6	
	5	Zermatt	0.3	-0.2	-0.7	-1.1	-0.9	4.4	-0.8	0.7	1.7	-1.2	0.8	-1.3	-0.0	0.4	0.2	
	7	Zürich MZA	-0.4	0.1	-0.7	-1.3	-0.3	-0.6	-0.4	-0.4	1.3	-0.9	-0.1	-0.5	-1.1	-0.3	-0.8	
	8	Engelberg	-0.1	-0.3	-0.8	-2.7	-0.1	-0.1	-1.6	-1.0	2.3	-1.8	1.4	-0.5	-1.5	0.1	-1.1	
	9	Airolo	0.6	-0.1	-0.4	0.1	-0.9	0.8	0.2	0.2	0.4	-1.0	-0.6	-1.3	0.2	-1.1	-0.6	
	10	Locarno-Monti	-0.5	0.4	-0.0	0.7	-0.1	0.6	-0.2	0.0	1.0	-0.2	-0.1	-1.1	0.2	-0.2	0.0	
	Nieder- schlag in mm	11	St. Gallen	-0.2	-0.0	-0.3	-2.5	0.2	-0.4	-0.8	-0.8	1.3	-1.4	-0.3	-1.1	-1.0	-0.9	-1.2
		12	Säntis	1.3	0.4	0.0	-2.0	0.7	-1.3	-0.9	-0.8	3.4	-2.0	-0.3	-0.6	0.0	-0.4	-0.2
		13	Chur	0.9	0.1	-0.6	-1.4	-0.1	-1.1	-0.8	-0.4	1.2	-0.9	0.2	-1.3	-0.7	-0.7	-1.0
		14	Davos-Platz	1.3	0.4	-0.6	-1.3	-0.1	-0.7	-1.1	0.1	0.8	-1.9	-0.0	-1.5	-0.5	-1.0	-1.1
		15	Bever	0.0	1.6	-0.5	-0.3	-0.3	1.2	-0.7	0.3	0.0	-0.9	0.3	-0.7	0.4	-0.5	-0.0
		16	Brusio	-0.8	1.5	-0.3	0.9	-0.7	0.7	0.3	-0.0	1.0	-1.4	-0.8	-1.2	0.5	-1.1	-0.3
		17	Grand-St-Bernard	0.6	0.2	-0.8	-0.4	-0.8	0.7	-0.3	-1.1	0.7	-1.3	0.5	-1.5	-0.2	-1.6	-0.8
		Indice d'écou- lement mm Abfluss- höhe mm	51	Massa/Blatten b. Naters	0.1	1.0	1.9	1.0	0.2	-0.1	0.6	0.5	-1.4	-0.1	1.4	-0.3	0.6	-0.0
	52		Vispa/Visp	1.0	-1.2	-1.3	-2.7	-1.6	-1.5	0.6	0.0	-1.6	-0.6	-1.8	-0.7	-0.4	-1.9	-1.9
53	Rhone/Porte du Scex		0.7	-0.4	-0.4	-0.8	-0.9	-1.5	-0.0	-0.3	-1.7	-1.0	1.3	-1.1	-0.5	-1.3	-1.1	
54	Lütschine/Gsteig		0.4	-0.4	-0.2	-0.8	-1.1	-1.8	0.1	-0.6	-0.8	-0.8	1.3	-1.8	-0.5	-0.7	-0.8	
55	Hinterrhein/Hinterrhein		0.3	-0.5	-0.3	1.2	2.2	-0.0	0.4	0.4	-1.4	-0.4	-0.1	-1.4	0.3	-0.9	-0.9	
56	Rhein/Rheinfelden		0.4	-0.0	0.0	-1.0	-1.1	-1.7	-0.8	-1.4	-0.4	-1.1	-0.7	-1.3	-0.7	-1.3	-1.1	

Tableau 3. Continuation.

Tabelle 3. Fortsetzung.

	Station		Mois - Monate											Hiver	Eté	Année		
	Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9	
Températures en °C	1	Bern	0.3	1.3	-0.3	-0.6	0.0	-1.8	1.7	0.9	-1.1	-1.1	1.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.3	
	2	Jungfrauoch	-0.3	0.8	-0.5	0.2	-0.0	-1.6	0.9	1.0	-1.7	0.8	1.2	-0.6	-0.3	0.2	-0.1	
	3	Montreux-Clarens	-0.5	1.2	-0.4	-0.6	0.1	-2.2	1.1	0.3	-1.5	0.6	1.1	-0.7	-0.7	-0.1	-0.5	
	4	Sion	0.0	1.2	-0.4	-0.4	0.1	-2.1	1.4	0.3	-1.7	1.1	1.0	-0.5	-0.3	0.1	-0.3	
	5	Zermatt	0.4	1.5	0.4	0.7	0.4	-2.3	1.0	0.1	-2.2	0.5	1.8	-0.2	0.6	0.0	0.4	
	6	Testa-Grigia	-0.7	0.1	-0.8	0.3	0.2	-3.0	0.6	0.7	-1.9	0.2	0.4	-1.5	-1.0	-0.7	-1.0	
	7	Zürich MZA	0.3	1.8	-0.5	-0.3	-0.1	-1.8	1.3	0.8	-1.5	0.8	0.8	-0.6	-0.2	0.2	0.0	
	8	Engelberg	0.3	1.4	-0.7	0.2	-0.2	-2.2	1.4	0.8	-1.3	0.9	1.2	-0.6	-0.2	0.4	-0.1	
Temperatur in °C	10	Locarno-Monti	0.0	1.0	-0.3	-0.3	0.6	-1.5	0.5	-0.3	-1.7	0.6	1.1	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	
	11	St. Gallen	0.7	1.7	-0.5	0.0	-0.0	-1.5	1.6	1.4	-1.0	1.3	1.6	-0.5	0.3	1.1	0.6	
	12	Säntis	0.2	0.7	-0.3	0.5	-0.3	-2.0	0.8	1.1	-1.5	1.0	1.2	-0.7	-0.3	0.4	0.0	
	13	Chur	0.2	1.5	-0.7	0.4	-0.2	-1.7	1.6	0.9	-1.4	1.1	1.5	-0.4	-0.0	0.6	0.3	
	14	Davos-Platz	0.2	1.3	0.0	1.1	0.3	-1.8	1.4	0.6	-1.5	0.7	1.3	-0.6	0.7	0.1	0.6	
	15	Bever	-0.8	0.6	-0.6	-0.3	-0.1	-2.2	0.6	0.1	-1.6	-0.1	0.9	-0.6	-0.9	-0.5	-1.3	
	17	Grand-St.-Bernard	0.9	1.2	-0.2	0.0	0.2	-2.0	1.0	0.7	-0.8	1.2	1.8	0.2	0.2	0.9	0.8	
	Somme des Températures jour- nalières positives	2	Jungfrauoch	-0.5	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.7	-1.1	1.0	1.4	-0.1	-0.5	0.9	0.8
		4	Sion	-0.2	0.7	-0.5	-0.3	-1.3	-1.7	1.3	0.1	-2.0	0.9	0.8	-0.6	-1.0	-0.1	-0.8
5		Zermatt	0.1	1.3	-0.2	0.1	-0.7	-1.5	0.6	-0.3	-2.6	-0.1	1.3	-0.6	0.1	-1.0	-0.7	
10		Locarno-Monti	-0.0	0.9	-0.3	-0.4	-1.4	-1.6	0.5	-0.3	-1.7	0.6	1.1	-0.4	-1.3	-0.2	-1.1	
12		Säntis	-1.1	0.5	0.8	-0.5	0.0	-0.1	0.5	0.6	-1.1	-0.6	0.8	-0.3	-0.5	-0.2	-0.4	
Somme der Tages- temperaturen über 0 °C	17	Grand-St.-Bernard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1	Bern	0.3	0.5	-0.4	1.6	0.5	-1.0	1.0	-0.9	-1.0	1.8	-0.0	1.8	0.6	0.5	0.7	
	2	Jungfrauoch	0.3	0.5	1.0	1.1	0.7	0.0	1.6	-1.1	-0.7	2.0	0.1	2.6	1.7	1.4	2.2	
	3	Montreux-Clarens	-0.2	0.0	0.3	-1.2	-0.1	-0.1	1.3	-1.5	-1.4	1.3	0.7	1.5	0.3	0.1	0.3	
	4	Sion	0.1	0.6	1.0	0.8	0.7	-0.1	0.9	-1.5	-0.8	1.7	0.7	2.1	1.4	0.7	1.4	
	7	Zürich MZA	0.3	1.0	-0.5	0.9	0.2	-0.9	1.0	-0.9	-1.5	1.8	0.1	1.8	0.5	0.5	0.7	
	10	Locarno-Monti	0.6	0.3	1.0	-0.6	1.2	0.2	-0.6	-1.7	-1.1	0.8	-0.2	1.3	0.6	-0.7	0.1	
	11	St. Gallen	0.5	0.3	-1.3	-0.2	-0.3	-0.5	1.7	0.0	-1.7	2.6	0.3	1.3	0.3	1.2	1.1	
	12	Säntis	0.5	-0.6	0.2	0.8	0.1	-0.4	1.7	-0.1	-1.2	2.7	1.4	1.3	0.7	1.6	1.3	
14	Davos-Platz	0.4	-0.7	1.1	0.9	0.0	-0.5	1.1	-0.2	-0.5	2.1	1.4	1.7	0.7	1.7	1.5		

2. NEIGE ET AVALANCHES DURANT L'HIVER 1970/71 ¹⁾

A un début d'hiver modérément riche en neige a succédé, dans la plus grande partie des Alpes, un hiver extrêmement pauvre en neige. Dans la période d'observations de 21 ans, il n'y eut que 1 à 4 hivers encore plus pauvres au nord des Alpes, y compris le Valais, le nord et le centre des Grisons. Au Tessin seulement, la couche de neige a été plus épaisse que normalement.

Dans ces conditions, il n'y eut que quelques avalanches importantes, déclenchées naturellement. On n'a signalé de dégâts que ça et là: ils concernaient surtout des voies de communication et se rapportaient aux chutes de neige vers le 21 mars.

Le fait paradoxal s'est malheureusement confirmé qu'un hiver pauvre en neige est riche en accidents de touristes. Les causes en sont connues: de faibles chutes de neige se tassent et se consolident mal; elles transforment rapidement en couches manquant de cohésion. Une telle stratification neigeuse reste en général instable jusqu'au printemps et ne supporte pas de surcharges. Trompé par les apparences et se croyant en sécurité, le skieur emprunte souvent des parcours dangereux où il provoque la rupture de la couche de neige peu résistante, soit par son poids seul, soit par un virage, soit encore par une chute.

Pendant l'hiver 1970/71, à côté d'accidents sans gravité, il y eut dans les Alpes pas moins de 35 cas où 87 personnes ont été partiellement ou totalement ensevelies sous la neige. Il ressort des rapports que toutes ces avalanches ont été déclenchées par les victimes mêmes de l'accident. Etant donné la faible quantité de neige, de nombreuses victimes ont pu être sauvées par leurs propres moyens ou par des colonnes de secours. Toutefois 35 personnes ont été blessées, et le nombre des personnes décédées s'est élevé à 33, ce qui est considérable. Parmi ces 33 morts (moyenne 25), 29 étaient des skieurs ou des alpinistes (moyenne 13).

Il est alarmant que pas moins de 8 des accidents mortels ayant fait 11 victimes ont eu lieu lors d'excursions sous conduite ou de camps organisés. Il semble que les chefs de cours d'hiver ne soient pas suffisamment instruits des dangers courus; cette insuffisance devrait retenir l'attention des organisations responsables. Mais ce ne sont pas seulement des touristes confiants en leur guide qui ont payé leur tribut à la route blanche; des amateurs de la montagne d'hiver, sûrs de leurs aptitudes, sont partis seuls encourser et l'ont payé de leur vie. Pas moins de six excursionnistes solitaires ont été surpris par l'avalanche; trois ont été retrouvés morts, et les trois autres, repérés plus ou moins par hasard, ont été sérieusement blessés.

1) Auteur: M. Schild, Institut suisse pour l'étude de la neige et des avalanches, Weissfluhjoch sur Davos.

La plupart des sauvetages réussis sont dus aux camarades de course qui ont cherché, écouté et sondé tant bien que mal avec leurs bâtons de ski. Les colonnes de secours, armées de sondes et accompagnées de chiens, ont également des sauvetages à leur actif. Les victimes ont été trouvées essentiellement grâce aux chiens (15), aux sondes (11) ou par un objet resté en surface (6). D'autres moyens techniques de recherche qui se sont révélés impropres ou sont encore à l'essai n'ont été employés nulle part. La garde aérienne suisse de sauvetage fut appelée à l'aide dans 22 cas.

Tableau 4. Enneigement de l'hiver 1970/71

- Colonne 1 Date du commencement de l'enneigement continu.
 2 Date de la fin de l'enneigement continu.
 3 Durée de l'enneigement continu (jours).
 4 Hauteur maximale de la couche de neige (cm).
 5 Date de la hauteur maximale de la neige.
 6 Valeur en eau de la couche de neige totale (mm), valeur maximale mesurée.
 7 Date de la détermination de la valeur en eau.

Station	Altitude m s.m.	1	2	3	4	5	6	7
Weissfluhjoch	2540	1. 10.	9. 7.	281	214	12. 3.	690	1. 4.
Davos-Platz	1560	21. 10.	14. 4.	175	94	12. 3.	192	15. 3.
Klosters	1200	21. 10.	12. 4.	173	130	1. 3.	273	15. 3.
Berninahäuser	2050	13. 11.	29. 4.	167	190	22. 3.	-	-
Pontresina	1840	13. 11.	15. 4.	153	100	22. 3.	-	-
Maloja	1820	14. 11.	9. 5.	176	221	21. 3.	584	1. 4.
Barberine	1820	13. 11.	7. 5.	175	190	27. 3.	410	1. 4.
Saas-Fee	1775	13. 11.	16. 4.	154	114	22. 3.	182	1. 4.
Zermatt	1600	20. 11.	20. 4.	151	92	22. 3.	187	1. 4.
Bourg-St.-Pierre	1650	17. 2.	13. 4.	55	94	22. 3.	94	1. 4.
Grimsel	1970	20. 10.	16. 5.	208	250	28. 3.	-	-
Grindelwald-Bort	1570	20. 1.	15. 4.	85	95	24. 2. + 28. 3.	234	3. 4.
Trübsee	1800	9. 11.	12. 5.	184	190	28. 3.	595	2. 4.
Andermatt	1440	20. 10.	19. 4.	181	118	12. 3.	330	15. 3.

3. OBSERVATIONS CONCERNANT LES GLACIERS

3.1. Activité et événements particuliers

A la suite de longues périodes de beau temps pendant l'été et l'automne, les surfaces glaciaires étaient bien dégagées de neige. Par conséquent les conditions pour des mesures par photogrammétrie furent très favorables. La liste des photographies prises par le Service topographique fédéral (L+T) et la Direction fédérale des mensurations cadastrales (V+D) est présentée au tableau 5. La figure 2 donne la position géographique des glaciers saisis par les vols photogrammétriques et des autres glaciers mentionnés dans le texte de ce rapport. Grâce à l'appui généreux de L+T, on a pu effectuer un nombre important de vols de mesures; le tiers environ d'entre eux furent consacrés aux glaciers mentionnés dans les 90e et 91e rapports, c'est-à-dire 3 glaciers importants, 10 escarpés, 5 difficiles à mesurer et - en plus - le Prapio. Les conditions défavorables de neige au moment des mesures de l'année précédente ont incité à répéter cette année les vols pour les glaciers de la Bella Tola et de Scaletta. Des vols destinés à la révision de la Carte nationale ont permis en même temps de contrôler trois douzaines de glaciers, parmi lesquels 18 dont la variation de longueur de la langue terminale est mesurée régulièrement chaque année, à savoir: Ried, Turtmann, Brunegg, Grand Désert, Mont Fort, Saleina, Trient, Glärnisch et, à l'exception du Tiatscha, tous les glaciers du bassin de l'Inn et de l'Adda. Les glaciers, en nombre à peu près égal, non contrôlés régulièrement, comprennent ceux du Bas-Valais (Val Ferret, Mont Blanc suisse, Emosson, Dents du Midi) et du sud des Grisons (Val Bever, Bergell). Tous ces vols furent effectués par L+T. En continuant les recherches faites par AHG sur le problème des "glaciers dangereux" des prises de vues verticales ont été faites comme l'année précédente par L+T à Pierredar, par V+D à l'Allalin, au Giétro, au Tournelon Blanc (glacier de pente sur le flanc nord-est), à Otemma et au Gamchi; ces photos ont été restituées dans les ateliers J. et P. Vetterli à Fribourg et Genève (Pierredar) et H. Leupin à Berne (Giétro, Tournelon Blanc, Gamchi) ainsi qu'à l'Institut de géodésie de l'EPF à Zurich (Allalin). Comme depuis bientôt 50 ans, le bureau de mensurations A. Flotron à Meiringen a effectué, pour le compte des Forces Motrices de l'Oberhasli, les mesures des deux glaciers de l'Aar et s'est également chargé de la restitution des clichés pris par V+D. Après les vols de L+T du 10 août 1971 et de V+D des 24 août 1960 et 15 septembre 1956, la région terminale du Glacier du Trient a été cartographiée par des doctorants du Département géographique de l'Université de Glasgow, sous la direction de G. Petrie. La signalisation nécessaire a été exécutée par le même groupe en juillet 1971 dans le cadre d'un cours d'arpentage. Des doctorants du même institut, sous la direction du même chef, avaient cartographié de façon analogue en 1968 les langues d'Otemma et de Breney.

Les sondages sismiques exécutés sur le névé du Glacier d'Aletsch, en août, ont réalisé un projet plusieurs fois remis: les résultats provisoires ont confirmé l'épaisseur de 300 mètres au moins de la glace. Les essais de sondage par ondes hertziennes, faits au printemps et en été par un groupe d'études de Cambridge (Angleterre), ont clairement montré que la méthode par ondes courtes, appli-

quée avec succès dans les régions polaires, ne convient pas à des glaciers tempérés.

Une petite station de mesures, munie d'enregistreurs conventionnels de température et d'humidité, a été mise en fonction en août 1970 sur la Moosfluh, à 2170 mètres, en vue d'étudier les conditions météorologiques du Glacier inférieur d'Aletsch. Au cours de l'année du rapport, cette station fut complétée par un pluviographe et, au printemps suivant, par des enregistreurs de vent et de rayonnement. En l'équipant d'un enregistreur digital à bandes perforées, on l'a finalement transformée en été en une station climatologique qu'il faut contrôler toutes les quatre semaines.

Le lac glaciaire, formé par la langue du Glacier de Gruben sur Saas Balen et dont nous avons décrit ou mentionné les récentes vidanges dans les 89e et 91e rapports, s'est vidé au début du printemps, comme attendu, par la galerie de décharge creusée dans la glace pendant l'hiver, lorsque son niveau a dépassé la cote normale (2853.6 m) au moment de la fonte des neiges. Au bout de quelques jours, l'écoulement s'est fait spontanément par le chenal subglaciaire, le niveau est ensuite resté normal jusqu'au 22 septembre. Dans la nuit du 22 au 23, une vidange se produisit à nouveau, abaissant le niveau de l'eau à 1.75 mètre au-dessous de la normale; la crue du Fällbach n'eut heureusement pas d'effets fâcheux. Les travaux assurant un écoulement normal à longue échéance, et entrepris au cours de l'année du présent rapport, ne sont pas achevés. La vidange d'une poche d'eau du Glacier du Rottal dans l'Almagellertal en août s'est produite sans dommages graves, sauf l'obstruction d'une prise d'eau des Forces Motrices de Mattmark SA.

Il faut signaler avec satisfaction que, en automne 1971, toutes les 105 langues glaciaires du réseau d'observations ont été visitées ou photographiées en général dans de bonnes conditions; fait exception le Glacier des Martinets qui n'est plus contrôlé qu'irrégulièrement. On a entrepris de nouvelles mensurations (déjà en partie en 1969) de cinq glaciers, à savoir: Mittelaletsch (par VAW), Alpetli (Kanderfirn, par A. Zeller), Ammertén (E. Hodel), Plattalva (VAW), Val Torta et Valleggia (G. Viglezio). Ces glaciers ne sont pas encore compris dans la statistique du tableau 6. Dans le tableau 7 et à la figure 2, ils figurent avec des symboles en lettres au lieu du numéro d'ordre selon leur région géographique. On envisage d'inclure d'autres glaciers encore.

Succédant à M. Alfred Maag, qui a pris sa retraite pendant l'année, et aux collaborateurs Alfred Tscherrig et Bernardo Pohl, décédés l'année précédente, MM. Rudolf Zimmermann (Findelen), Albert Tscherrig (Turtmann, Brunegg et Bella Tola) et Ivo Ceschi (Basodino) ont assuré la poursuite des mesures. Depuis le décès d'Andreas Gasser, ce sont MM. Karl Oechslin et Joseph Aschwanden de l'Office cantonal pour la lutte contre les avalanches qui contrôlent tous les glaciers uranais. M. J. Stahel est successeur à Emil Fröhlich dans sa charge d'inspecteur forestier de Klosters et d'observateur du Glacier de Verstankla. Nous ne voudrions pas terminer ce rapport d'activité sans adresser aux nouveaux observateurs une cordiale bienvenue et remercier chaleureusement de leur appui efficace tous les collaborateurs et toutes les institutions qui ont participé d'une façon ou d'une autre à notre

programme de mesures, en particulier ceux qui, après une fidèle collaboration de plusieurs années, ont pris une retraite méritée.

Tableau 5. Vols photogrammétriques en 1971.

La liste ne contient que des vols du Service topographique fédéral (L+T) et de la Direction fédérale des mensurations cadastrales (V+D) en tant qu'ils se rapportent aux observations de la Commission des glaciers, à la Décennie hydrologique ou à des buts particuliers des VAW/EPFZ.

No. ¹⁾	Glacier	Date	Photos No.	Ligne de vol No.	levé par	Coordon- nées ²⁾ km	CN Feuille No.
1	Rhone	17. 8.	3624-3627	GIK-1	L+T	672/159	255
			3604-3610	GIK-2	L+T		
5	Aletsch	17. 8.	3630-3642	GIK-1	L+T	644/138	264
			3655-3665	GIK-2	L+T		
			3666-3675	GIK-3	L+T		
Mö	Mönch (Hängegl. S-Flanke)	17. 8.	3643-3647	GIK-7 ³⁾	L+T	643/156	264
10	Schwarzberg	17. 9.	9966-9968	3	V+D	639/ 98	284
			9974-9977	4	V+D		
11	Allalin	10. 8.	8717-8720	1 ⁴⁾	V+D	640/100	284
			8721-8725	2 ⁵⁾	V+D		
		17. 9.	9969-9973	1	V+D		
			9978-9981	2 ⁵⁾	V+D		
		1. 10.	0021-0024	1	V+D		
			0015-0020	2 ⁵⁾	V+D		
		15. 11.	5049-5052	1	V+D		
			5044-5048	2 ⁵⁾	V+D		
13	Fee	} 16. 9.	{ 4668-4674	GIK-5 ⁶⁾	L+T	636/105	284
Hn	Hohbaln			GIK-6 ⁶⁾	L+T	636/107	284
Tr	Trift (Tälli)	10. 9.	4480-4490	GIK-8 ⁷⁾	L+T	643/112	284
Br	Bider	16. 9.	4675-4678	GIK-4	L+T	635/109	284
Bi	Bis	16. 9.	4679-4688	GIK-2 ⁸⁾	L+T	624/106	284
		17. 9.	4800-4808	GIK-1 ⁹⁾	L+T		
Fi	Festi	} 10. 9.	4497-4503	GIK-3 ¹⁰⁾	L+T	630/105	284
Hg	Hohberg					630/107	284
17	Ried	10. 9.	5404-5411	GIK-10	L+T	631/111	274

Tableau 5. Continuation.

No. ¹⁾	Glacier	Date	Photos No.	Ligne de vol No.	levé par	Coordon- nées ²⁾ km	CN Feuille No.		
19	Turtmann	} 17. 9.	4793-4799	GIK-2	L+T	619/112	273		
20	Brunegg					620/112	273/274		
21	Bella Tola	9. 9.	4472-4476	GIK-1	L+T	616/121	273		
31	Grand Désert	} 13. 8.	3421-3430	GIK-1	¹¹⁾ L+T	592/103	283		
32	Mont Fort (Tortin)					590/104	283		
34	Otemma	10. 8.	8730-8737	1	¹²⁾ V+D	597/ 86	283		
TB	Tournalon Blanc (Hängegl.	10. 8.	8756-8759	4	¹³⁾ V+D	591/ 92	283		
37	Giétro	} 10. 8.	8743-8748	2	¹⁴⁾ V+D	594/ 94	283		
						8749-8755		3	V+D
						8760-8769			5
42	Saleina	} 13. 8.	3398-3420	GIK-2	¹⁶⁾ L+T	572/ 93	282		
Or	Orny					570/ 94	282		
43	Trient	10. 8.	3301-3318	GIK-1	¹⁷⁾ L+T	568/ 96	282		
Fo	Fonds	10. 8.	3337-3346	GIK-2	¹⁸⁾ L+T	559/108	282		
PN	Plan Névé (Dts. du Midi)	9. 9.	4464-4471	GIK-3	¹⁹⁾ L+T	562/113	272		
47	Scex Rouge	} 9. 9.	4454-4463	GIK-2	²⁰⁾ L+T	583/131	272		
48	Prapio					582/130	272		
49	Pierredar	} 3. 9.	4429-4433	1	²¹⁾ L+T	580/129	272		
						4434-4439		2	²¹⁾ L+T
55	Trift (Gadmen)	17. 8.	3611-3619	GIK-4	L+T	670/171	255		
56	Rosenlauri	3. 9.	4409-4411	GIK-6	L+T	182/168	254/255		
57	Oberer Grindelwald	3. 9.	4412-4419	GIK-2	L+T	649/164	254		
58	Unterer Grindelwald	3. 9.	4420-4424	GIK-1	L+T	647/162	254		
Hf	Hochfirn (Jungfrau)	17. 8.	3648-3652	GIK-6	²²⁾ L+T	640/154	264		
61	Gamchi	} 10. 8.	8905-8907	2	V+D	627/152	264		
						8903-8904		3	V+D
						9390-9396		1	²³⁾ V+D
64	Blümlisalp	3. 9.	4425-4428	GIK-9	²⁴⁾ L+T	624/151	264		
80	Glärnisch	30. 7.	3161-3165	GIK-1	²⁵⁾ L+T	717/207	286		
Sc	Scaletta	17. 8.	3578-3583	GIK-1	²⁶⁾ L+T	792/175	258		
92	Roseg	} 2. 9.	4278-4285	GIK-3	L+T	785/141	268		
93	Tschierva					787/142	268		
94	Morteratsch	2. 9.	4286-4293	GIK-4	²⁷⁾ L+T	792/146	268		
95	Calderas	} 18. 8.	3694-3702	GIK-4	²⁸⁾ L+T	774/156	268		
						3721-3728		GIK-5	L+T
PM	Palüd Marscha	18. 8.	3703-3711	GIK-4	²⁹⁾ L+T	781/157	268		

Tableau 5. Continuation.

No. ¹⁾	Glacier	Date	Photos No.	Ligne de vol No.	levé par	Coordonnées ²⁾ km	CN Feuille No.
97	Sesvenna	17. 8.	3584-3589	GIK-1	L+T	827/178	259
98	Lischana	17. 8.	3590-3596	GIK-1 ³⁰⁾	L+T	822/182	249
99	Cambrena	} 2. 9.	4294-4306	GIK-5 ³¹⁾	L+T	797/142	269
100	Palü					796/138	269
101	Paradisino	2. 9.	4307-4312	GIK-6 ³²⁾	L+T	805/145	269
102	Forno	2. 9.	4265-4277	GIK-2	L+T	774/134	268
Ab	Albigna	2. 9.	4251-4264	GIK-1 ³³⁾	L+T	770/132	278
104	Basodino	3. 9.	4402-4408	GIK-1 ³⁴⁾	L+T	681/141	265
105	Rossboden	16. 9.	4659-4662	GIK-7 ³⁵⁾	L+T	644/115	264
Ht	Hohletrift	10. 9.	4486-4490	GIK-8 ⁷⁾	L+T	645/112	264

Note supplémentaire à la liste des photos aériennes prises en 1970 (v. 91e rapport, p. 19/20)

Gr	Gruben (Saastal)	<u>1970</u>					
		7. 7.	4573-4578	1	V+D	641/113	264
			4579-4580	2	V+D		
			4581-4583	3	V+D		
		25. 8.	4863-4869	1	V+D		
			4870-4877	2	V+D		
			4878-4885	3	V+D		
		18. 9.	5271-5277	2	V+D		
			5256-5262	3	V+D		
		24. 9.	5298-5303	2	V+D		
			5305-5312	3	V+D		

Remarques:

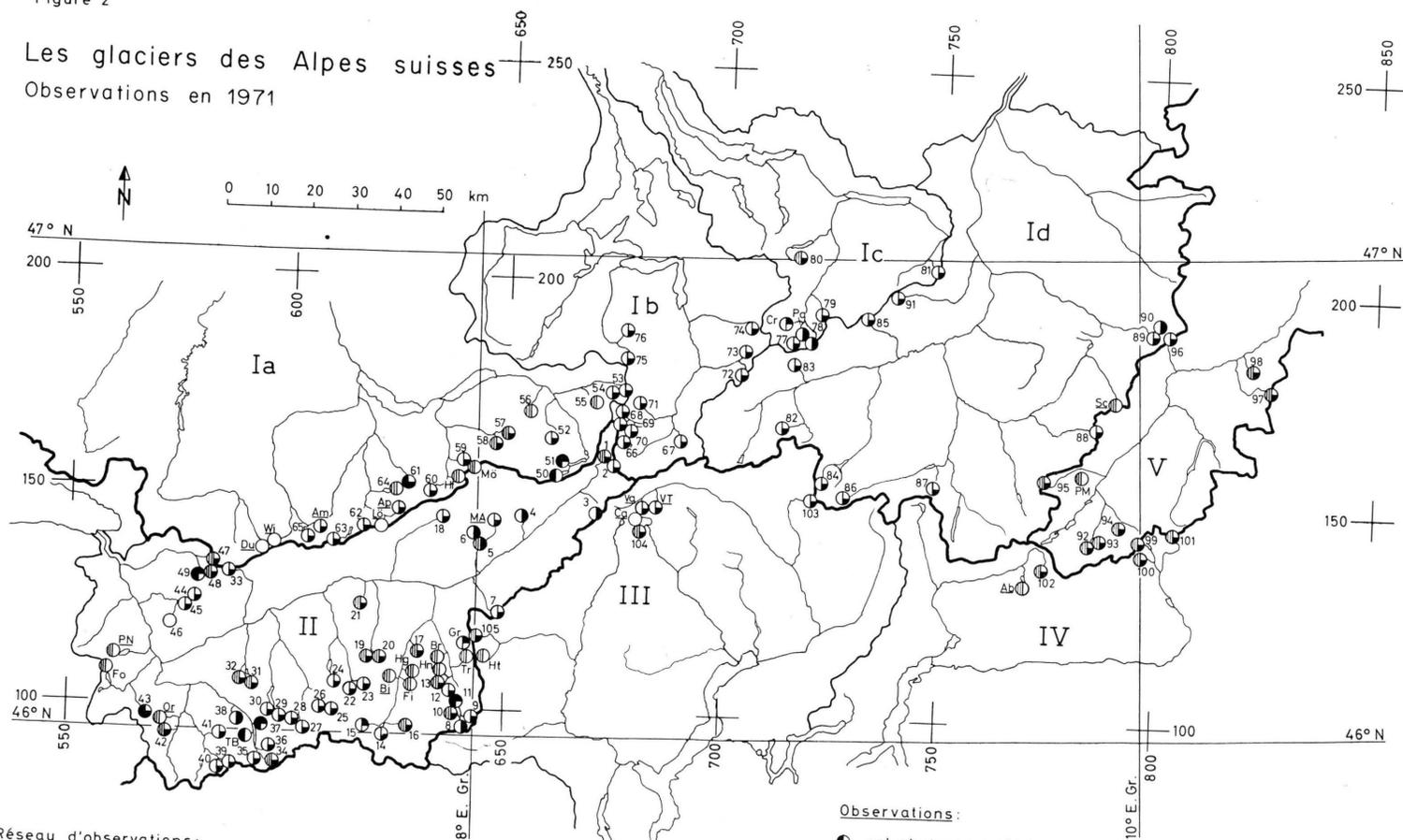
- 1) Numéro du glacier au réseau de la Commission des glaciers de la SHSN (cf. tableaux 6 et 7, ainsi que figure 2). Autres glaciers: identification par lettres (cf. figure 2).
- 2) Coordonnées approximatives sur le glacier ou près du glacier.
- 3)-35) Autres glaciers saisis par les mêmes lignes de vol:
- 3) Jungfraufirn (642/154), Ewigschneefeld (645/156), Guggi (640/157).
- 4) Hohlaub (638/101).
- 5) Hohlaub (638/101), Kessjen (638/102).
- 6) Fall (635/106).
- 7) Hohkraut (642/109), Trift (Laggin; 643/111), Bodmer (645/114), Hohletrift (645/112), Zibelenfluh (645/113).
- 8) Hohlicht (623/103), Schali (622/104), Brunegg (622/109).

- 9) Schali (622/104), Ross (624/108).
- 10) Kin (630/104), Dürren (631/108).
- 11) Ecoulaies (595/100), Mourtî (594/101), Präfleuri (594/102), Petit Mont Fort (591/103), Mont Fort (Cleuson; 591/104).
- 12) Aouille (599/ 86), Epicoun (598/ 85).
- 13) Tournelon Blanc (Süd; 591/ 90), Bocheresse (591/ 93).
- 14) Luette (597/ 95), En Darrey (596/ 97).
- 15) Cheillon (599/ 96), Luette (597/ 95), Lire Rose (596/ 91).
- 16) Mont Dolent (571/ 85), A Neuve (571/ 87), Treutse Bô (572/ 89), Planereuses (572/ 90), Evole (571/ 91), Plines (570/ 92), Ravines Rousses (570/ 93), Pré de Bar (F; 570/ 84).
- 17) Planereuses (572/ 90), Evole (571/ 91), Saleina (572/ 93), Plines (570/ 92), Ravines Rousses (570/ 93), Orny (570/ 94), Grands (566/ 96), Bron (565/ 95).
- 18) Tré les Eaux (F; 556/ 98), Rosses (558/106), Finive (558/108), Noir (561/109), Mont Ruan (558/109), Ruan (F; 557/107), Prazon (F; 557/106), Cheval Blanc (F; 556/101).
- 19) Chalin (562/114), Soi (560/113).
- 20) Tsanfleuron (583/130), Diablerets (582/129), Dar (582/131), Mauvais (581/129), Pierredar (580/129), Culan (579/128).
- 21) Diablerets (582/129), Tschiffa (583/129), Mauvais (581/129), Culan (579/128).
- 22) Guggi (640/157), Kühlauenen (640/156), Giessen (639/156).
- 23) Tschingel (632/150), Gspaltenhorn (629/151), Morgenhorn (627/150), Blümlisalp (624/151).
- 24) Vorder Blümlisalp (=Oberer Oeschinen; 624/149), Oeschinen (624/148), Fründen (623/148), Doldenhorn (622/148).
- 25) Bächli (718/205), Guppen (720/207).
- 26) Vallorgia (792/174), Grialetsch (794/175).
- 27) Fortezza (792/142), Pers (793/143), Prievlus (790/142), Boval Dadains (790/143), Boval d'Mez (790/144), Boval Dadour (790/145).
- 28) Err (Nord; 774/158), Agnel (774/154), Err (Süd; 774/157), Traunter Ovas (777/154), Laviner (776/159).
- 29) Glüna (780/156), Piz Ot (782/158).
- 30) Rims (823/182).
- 31) Arlas (796/142), Varuna (I; 796/136).
- 32) Valnera (806/146), Campo (805/146).
- 33) Forno (774/134), Castel-Süd (771/130), Castel-Nord (771/131), Cantun (732/133).
- 34) Antabbia (680/140).
- 35) Gamsa (642/116), Mattwald (642/115), Griessernen (643/116), Bodmer (645/111).

Figure 2

Les glaciers des Alpes suisses

Observations en 1971



Réseau d'observations:

chiffres 1 à 105: glaciers du réseau de la Commission des glaciers (v.tabl.6 et 7)
 lettres : autres glaciers (v.tabl.5 et 7)
 lettres soulignées: incorporation dans le réseau prévue (v.tabl.7)
 chiffres I à V: bassins versants (v.tabl.7)

Observations:

- vol photogrammétrique: restitution cartographique
- ⊙ vol photogrammétrique: restitution qualitative ou ajournée
- ⊕ observation du front sur terrain
- ⊗ mesures du bilan de masse et du mouvement ou autres observations sur terrain
- pas d'observation

3.2. Variations de longueur des glaciers

Des 31 glaciers qui avaient été en crue en 1969/70, 15 le sont encore en 1970/71, à savoir les glaciers de Fee (nord), Giétro, Boveyre, Saleina, Trient, Stein, Rosenloui, Grindelwald supérieur, Eiger, Gamchi, Chelen, Rotfirn, Biferten, Sulz et Tschierva. S'y ajoutent le Glacier du Rhône qui avait nettement progressé en 1965/66 et en 1968/69 et qui, en raison de sa faible avance de 0.5 mètres avait été classé comme stationnaire en 1969/70, et le glacier de Basodino qui était en progression en 1966/67 et en 1968/69. Le Glacier d'Allalin, qui était en crue depuis l'automne 1965, a de nouveau diminué en 1970/71, si l'on compte comme glacier la masse d'éboulis glaciaire située devant le "front" et qui est redevenue active: mais le front proprement dit a progressé sur cet amas préfrontal. Le mouvement rapide de la zone terminale fut notablement moins important en automne 1971 et a duré moins longtemps que l'année précédente. Il semble qu'un phénomène analogue se soit produit au Glacier de Sardona: lors du dernier contrôle, la pointe de la langue était nettement en crue, tandis que la portion antérieure ne trahissait aucun accroissement général du glacier, mais montrait plutôt des signes de décrue. Quant à quelques langues, dont deux (Valsorey et Blümlisalp) avaient progressé l'année précédente, la fonte active a compensé l'avance de la glace: elles pourraient cependant progresser à nouveau l'année prochaine.

En regard de la fonte anormalement forte, on pouvait s'attendre que le rapport entre le nombre de glaciers en crue et celui de glaciers en décrue se modifie en faveur des seconds et que la tendance au raccourcissement des langues s'accroisse. En fait la diminution a passé de -1.3 mètre l'année précédente à -10.2 mètres cette fois-ci; un tel recul moyen ne s'est plus produit depuis 1964/65.

L'année de perte 1970/71 a permis de classer plus simplement les glaciers d'après le comportement de leur langue terminale, en ce sens que, pour les glaciers en crue, il n'est plus nécessaire de subdiviser: il n'y a plus que des glaciers actifs, c'est-à-dire des glaciers dont la vitesse d'écoulement élevée a compensé, et au-delà, la perte de masse de la langue. Il s'agissait donc de progression "vraie", pour laquelle le mouvement du glacier a joué un rôle déterminant. De même, seuls des glaciers actifs ont pu maintenir leur état antérieur, à l'exception du Glacier du Tälliboden dont la langue est recouverte de neige d'avalanches. Par conséquent, pour les glaciers actuellement en crue ou stationnaires on peut compter sur une continuation de la crue ou un début de crue l'année prochaine, pour autant que la fonte ne soit pas plus forte qu'elle ne le fut.

Tableau 6. Variations de longueur des glaciers 1968/69 à 1970/71.

Récapitulation des glaciers Nos. 1 à 105 du tableau 7.

		1968/69	1969/70	1970/71
Réseau d'observation	Nombre de glaciers	105	105	105
Non observés	Nombre de glaciers	0	7	1 ¹⁾
Observés	Nombre de glaciers	105	98	104
Incertains	Nombre de glaciers	2	0	1 ²⁾
En régime connu	Nombre (%)	103 (100.0)	98 (100.0)	103 (100.0)
En crue	Nombre (%)	28 (27.2)	31 (31.6)	17 ³⁾ (16.5)
Stationnaires	Nombre (%)	6 (5.8)	6 (6.1)	5 ⁴⁾ (4.9)
En décrue	Nombre (%)	69 (69.0)	61 (62.3)	81 ⁵⁾ (78.6)
Variation moyenne de longueur	Mètres/glacier (nombre)	- 7.18 (92)	- 1.26 (89)	-10.19 (92) ⁶⁾

Remarques: Les notes 1 à 6 se réfèrent aux glaciers qui (au tableau 7) ont les numéros suivants:

1) 46

2) 91

3) 1 13 37 41 42 43 53 56 57 59 61 68 69 77 79 93 104

4) 8 23 25 39 64

5) 2 3 4 5 6 7 9 10 11 12 14 15 16 17 18 19 20
 21 22 24 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 38 40 44
 45 47 48 49 50 51 52 54 55 58 60 62 63 65 66 67 70
 71 72 73 74 75 76 78 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89
 90 92 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 105

6) Pour le calcul de la variation moyenne de longueur, on n'a pas tenu compte des résultats de 11 glaciers. Ils ont été éliminés pour les raisons suivantes:

Contact avec un lac d'accumulation: 3

Valeur pour 2 ans: 52 72 73 75

Non chiffré: 9 49 55 56 58 89

Tableau 7. Variations de longueur des glaciers 1969/70 et 1970/71

No.	Glacier	Ct.	Variations en mètres		Mètres sur mer 1971	Jour et mois de l'observation		
			1969/70	1970/71		1969	1970	1971
a		b	c	c	d			
Bassin du Rhône (II)								
1e	Rhone	VS +	0.5	+ 7.0	2125 (65)	21. 9.	20. 9.	19. 9.
2e	Mutt	VS +	2.0	- 2.0	2628	21. 9.	27. 8.	19. 9.
3e	Gries (Aegina)	VS -	25.5	- 18.6	2373	17.10.	18.10.	13.10.
4e	Fiescher	VS -	11.2	- 18.8	1647	12. 9.	10. 9.	10. 9.
5e	Grosser Aletsch	VS -	25.2	- 33.9	1504	13. 9.	11. 9.	11. 9.
MAe	Mittelaletsch	VS -	x	- 58.4	2225 (70)	n	16.10.	5.10.
6e	Oberaletsch	VS st		- 8.2	2131	17. 9.	12. 9.	15. 9.
7	Kaltwasser	VS -	10.0	- 16.0	2650 (68)	6.10.	15.10.	27.10.
8e	Tälliboden	VS -	2.7	st	2628	29. 9.	25. 9.	27. 9.
9e	Ofental	VS -	9.3	- x	2628 (70)	30. 9.	28. 9.	28. 9.
10e	Schwarzberg	VS -	5.1	- 2.3	2658	26. 9.	29. 9.	24. 9.
11e	Allalin	VS +	173.2	- 10.2	2335	19. 8.	24. 9.	1.10.
12	Kessjen	VS -	6.1	- 2.3	2849	23. 9.	22. 9.	21. 9.
13e	Fee (Nordzunge)	VS +	20.8	+ 20.0	2030	17.10.	27.10.	21.10.
14	Gorner	VS -	18.3	- 19.1	2057	15.10.	23.10.	22.10.
15e	Z'Mutt	VS -	19.0	- 14.5	2231	20. 8.	25. 8.	23. 8.
16e	Findelen	VS -	4.0	- 2.5	2482.2 (61)	11.10.	12.10.	9. 9.
17e	Ried	VS -	4.8	- 9.7	2044	1.10.	30. 9.	29. 9.
18	Lang	VS -	17.0	- 22.0	2010 (61)	24.10.	25.10.	4.11.
19e	Turtmann-West	VS -	7.8	- 36.6	2265	17.10.	26. 9.	8.10.
20e	Turtmann-Ost (Brunegg)	VS -	21.2	- 5.1	2457	17.10.	26. 9.	8.10.
21e	Bella Tola	VS +	3.9	- 36.0	2763 (67)	16.10.	30. 9.	23.10.
22	Zinal	VS -	1.0	- 9.7	1995	7.10.	7.10.	12.10.
23e	Moming	VS +	15.0	st	2315 (68)	7.10.	7.10.	12.10.
24e	Moiry	VS -	3.0	- 4.0	2438 (67)	26. 9.	9.10.	13.10.
25e	Ferpècle	VS -	0.4	- 0.3	1990 (57)	13.10.	7.10.	1.10.
26	Mont Miné	VS -	7.0	- 7.0	1965 (55)	13.10.	7.10.	1.10.
27	Bas d'Arolla	VS -	3.0	- 1.0	2130 (59)	25. 9.	28. 9.	7.10.
28	Tsidjiore Nouve	VS -	2.0	- 4.0	2251 (59)	25. 9.	28. 9.	7.10.
29	Cheillon	VS -	8.5	- 15.0	2620 (64)	4.10.	10.10.	2.10.
30	L'En Darrey	VS +	16.0	- 10.0	2445 (61)	3.10.	9.10.	1.10.
31e	Grand Désert	VS -	20.0	- 18.8	2800 (64)	25. 9.	26. 9.	4.10.
32e	Mont Fort	VS -	2.0	- 8.0	2740 (67)	25. 9.	5.10.	4.10.
33	Tsanfleuron	VS +	6.0	- 28.0	2420 (61)	25. 9.	10.10.	13. 9.
34e	Otemma	VS -	66.5	- 95.0	2408 (63)	27. 9.	27. 9.	2.10.
35e	Mont Durant	VS -	2.0	- 8.0	2265 (60)	27. 9.	26. 9.	2.10.
36e	Breney	VS -	30.0	- 20.0	2570 (65)	27. 9.	26. 9.	4. 9.
37e	Giétro	VS +	8.6	+ 16.7	2495	12. 9.	7. 9.	10. 8.
38e	Corbassière	VS -	9.0	- 8.0	2193	16.10.	15.10.	5/6.10.
39e	Valsorey	VS +	8.0	- 0.5	2395	9.10.	13.10.	7.10.

Tableau 7. Continuation.

No.	Glacier	Ct.	Variations en mètres		Mètres sur mer 1971	Jour et mois de l'observation		
			1969/70	1970/71		1969	1970	1971
a		b	c	c	d			
40e	Tseudet	VS st		- 12.0	2422	9.10.	13.10.	7.10.
41	Boveyre	VS + 14.0		+ 2.7	2605	9.10.	13.10.	6.10.
42e	Saleina	VS + 7.5		+ 4.5	1734	7.10.	13.10.	6.10.
43e	Trient	VS + 25.0		+ 21.8	1768	12.10.	31.10.	28.10.
44	Paneyrosse	VD + 25.8	15a	- 16.8	-	20. 8.	14.10.	3.10.
45	Grand Plan Névé	VD + 27.1		- 31.0	2345 (63)	2.10.	15.10.	3.10.
46e	Martinets	VD n		n	2095 (61)	29. 9.	n	n
47e	Sex Rouge	VD + 6.2		- 5.6	2660 ca	15.10.	2. 8.	6.11.
48e	Prapio	VD + 13.3		- 21.2	2393 ca	15.10.	2. 8.	16.10.
49e	Pierredar	VD - x		- x	2415	11. 9.	9. 9.	9. 9.
Bassin de l'Aar (fa)								
50e	Oberaar	BE - 18.8		- 12.1	2296.8	23. 9.	18. 9.	8. 9.
51e	Unteraar	BE - 7.0		- 7.2	1910.7	23. 9.	18. 9.	8. 9.
52	Gauli	BE n		- 9.7	2220 ca	15. 9.	n	7. 9.
53	Stein	BE + 7.0		+ 9.0	1935	20. 9.	19. 9.	5.10.
54e	Steinlimmi	BE - 0.8		- 3.0	2092	20. 9.	19. 9.	5.10.
55e	Trift	BE - x		- x	1650 (67)	12. 9.	18. 9.	17. 8.
56e	Rosenlauri	BE + x		+ x	1900 ca	4.10.	26. 9.	3. 9.
57e	Oberer Grindelwald	BE +100.0 ca		+100.0 ca	-	19.10.	30.10.	15.10.
58e	Unterer Grindelwald	BE - x		- x	1220 (61)	21.10.	30.10.	3. 9.
59e	Eiger	BE + 10.0 ca		+ 10.2	2130	18. 9.	27. 8.	8. 9.
60e	Tschingel	BE - 6.0		- 6.0 ca	2270	13. 9.	19. 9.	15. 9.
61e	Gamchi	BE + 10.2		+ 9.6	1990	11.10.	19. 9.	18. 9.
Ap	Alpetli (Kanderfirn)	BE - 4.0		- 5.3	2245	20. 9.	20. 9.	19. 9.
62e	Schwarz	BE - 1.1		- 3.6	2220	3.10.	8.10.	25. 9.
63	Lämmern	BE - 13.0		- 12.4	2490	4.10.	9.10.	26. 9.
64e	Blümlisalp	BE + x		st	2200 (57)	11. 9.	21. 9.	3. 9.
Ame	Ammerten	BE st		- 5.0	2345 ca	7. 9.	13. 9.	19. 9.
65	Rätzli	BE - 3.1		- 12.0	2316	29. 9.	17.10.	14. 9.
Bassin de la Reuss (fb)								
66e	Tiefen	UR - 9.5		- 13.3	2492	27. 9.	20. 9.	18. 9.
67e	St. Anna	UR - 21.0		- 8.7	2592 (67)	24. 9.	25. 9.	17. 9.
68e	Chelen	UR + 9.3		+ 10.3	2131	26. 9.	21. 9.	17. 9.
69e	Rotfirn	UR + 3.5		+ 6.5	2031	26. 9.	21. 9.	17. 9.
70e	Damma	UR - 10.2		- 13.2	2044	28. 9.	16. 9.	18. 9.
71e	Wallenbur	UR + 2.0		- 10.2	2240	30. 9.	28. 9.	21. 9.
72e	Brunni	UR n		- 23.3	2310	2.10.	n	16. 9.
73e	Hüfi	UR n		- 7.5	1740	28. 9.	n	15. 9.

Tableau 7. Continuation

No.	Glacier	Ct.	Variations en mètres		Mètres sur mer 1971	Jour et mois de l'observation		
			1969/70	1970/71		1969	1970	1971
a		b	c	c	d			
74e	Griess (Unterschächen)	UR	- 2.0	- 10.0	2210	2.10.	27. 9.	17. 9.
75e	Firnalpe	OW	n	- 11.6 2a	2151 (56)	24. 9.	n	10. 9.
76e	Griessen (Obwalden)	OW	- 12.0	-121.3	2500 ca	23. 9.	23. 9.	29.10.
Bassin de la Limmat (Ic)								
77e	Biferten	GL	+ 3.8	+ 20.9	1926.5	29. 9.	26. 9.	11.10.
78e	Limmern	GL	- 0.6	- 10.8	2236.8	7. 9.	2. 9.	13. 9.
Pae	Plattalva	GL	- 0.4	- 9.4	2548	12. 9.	10. 9.	9. 9.
79e	Sulz	GL	+ 1.7	+ 1.1	1800	1.10.	14.10.	20.10.
80e	Glärnisch	GL	+ 1.3	- 10.2	2296	25. 9.	28. 9.	23. 9.
81e	Pizol	SG	st	- 61.2	2550	25. 9.	13.10.	24. 9.
Bassin du Rhin (Id)								
82	Lavaz	GR	- 10.2	- 5.6	2250	26. 9.	28. 9.	24. 9.
83e	Punteglias	GR	- 8.2	- 18.0	2345	20. 9.	19. 9.	20.10.
84e	Lenta	GR	- 24.0	- 6.8	2275	8.10.	30. 9.	4.10.
85e	Vorab	GR	- 15.5	- 37.3	2535 (68)	16. 9.	30. 9.	7. 9.
86e	Paradies	GR	- 14.0	- 43.7	2362	4.10.	25. 9.	4.10.
87e	Suretta	GR	- 27.0	- 49.0	2214	23. 9.	7.10.	17. 9.
88e	Porchabella	GR	- 10.5	- 16.5	2590	24. 9.	24. 9.	25. 9.
89e	Verstankla	GR	st	- x	2365 ca	22. 9.	26. 9.	20. 9.
90e	Silvretta	GR	- 4.0	- 8.4	2426.7	27. 9.	24. 9.	23. 9.
91e	Sardona	SG	n	- 6.4 2a	2500	26. 9.	n	4.10.
Bassin de l'Inn (V)								
92e	Roseg	GR	- 17.5	- 42.1	2170	18.10.	15.10.	13.10.
93e	Tschierva	GR	+ 15.5	+ 10.0	2170	18.10.	15.10.	13.10.
94e	Morteratsch	GR	- 24.0	- 4.2	2000	10.10.	14.10.	16.10.
95e	Calderas	GR	- 15.5	- 10.3	2685	13.10.	18.10.	17.10.
96e	Tiatscha	GR	st	- 5.0	2625	14. 9.	21.10.	14. 9.
97e	Sesvenna	GR	- 6.7	- 10.0	2745	8.10.	21. 9.	9.10.
98e	Lischna	GR	- 3.3	- 2.7	2800	10.10.	25. 9.	24. 9.
Bassin de l'Adda (IV)								
99e	Cambrena	GR	+ 6.5	- 1.5	2794	21. 9.	20. 9.	19.10.
100e	Palü	GR	+ 18.5	- 8.3	2360 ca	6.10.	30. 9.	4.10.
101e	Paradisino	GR	- 4.0	- 2.5	2805	26. 8.	19.10.	15.10.
102e	Forno	GR	- 27.3	- 23.0	2210	20.10.	16.10.	15.10.

Tableau 7. Continuation

No.	Glacier	Ct.	Variations en mètres		Mètres sur mer 1971	Jour et mois de l'observation		
			1969/70	1970/71		1969	1970	1971
a		b	c	c	d			
Bassin du Tessin (III)								
Va e	Valleggia	TI			2400			25. 8.
VT	Val Torta	TI		- 7.5	2490		19. 9.	6.10.
103e	Bresciana	TI	- 33.0	- 16.5	2570 (67)	14.10.	29.10.	21. 9.
104e	Basodino	TI	- 3.6	+ 3.3	2520 ca	2.10.	13.10.	1.10.
105e	Rossboden	VS	- 4.7	- 2.0	1945	8.10.	12.10.	23. 9.

Remarques valables pour tout le tableau ou au moins pour plusieurs glaciers.

- a Les numéros de ce tableau correspondent aux numéros du graphique 2 du rapport présent et du rapport 1963/64. Les glaciers sans numéro, ajoutés récemment au réseau d'observations, ne sont pas compris dans la statistique du tableau 2. Au graphique 2 ci-devant sont indiqués en outre la glacier de Clariden (Cl) où les observations nivométriques durent depuis 1914, ainsi que les glaciers Dungal (Du), Wildhorn (Wi), Löttschen (Lö) et Cavagnoli (Ca) envisagés à être inclus au réseau.
- b Si un glacier s'étend sur le territoire de plusieurs cantons, nous mentionnons celui dans lequel se trouve la langue terminale mesurée.
- c Si la valeur de la variation est valable pour une période de plusieurs années, on a noté le nombre d'années comme suit:
Exemple: - 13.6 3a = recul de 13.6 mètres en 3 ans.
- d Altitude en mètres (au-dessus du niveau de la mer) de la langue terminale mesurée. Dans tous les cas où l'altitude n'a pas été déterminée dans l'année indiquée en tête de colonne, on a noté l'année des mensurations comme suit:
Exemple: 2220 (58) = altitude de 2220 mètres sur mer déterminée en 1958.
- e cf. note explicative avec le numéro de ce glacier. Les notes concernant les glaciers marqués par des lettres sont rangées à l'ordre du tableau.

n non observé

sn sous neige

+ en crue

st stationnaire

- en décrue

x valeur non chiffrée

? résultat incertain

ca valeur approximative.

Remarques valables pour un seul glacier. Le numéro des notes explicatives est le même que celui des glaciers du tableau 7.

- 1 Rhône. Le front mouvant est affecté par des écroulements et a tendance à l'avance. Jusqu'au 25 août il avait avancé de 11 m, mais au cours du mois suivant la fonte et les éboulements ont réduit cette avance de 4 m (P. Mercier). - Vol photogrammétrique par L+T le 17.8.71 (l'auteur).
- 2 Mutt. Le front était stationnaire à fin août et a reculé de 2 m en septembre (fonte rapide de la partie ouest plus raide et mince que la partie est) (P. Mercier).
- 3 Gries (Aegina). Le recul de la langue est dû en premier lieu à la fonte par contact avec l'eau du lac. La cote d'altitude indiquée est une valeur moyenne estimée du pied de la paroi frontale qui en moyenne est haute de 26 m. On a déterminé la position du front, à demi-noyé lors du contrôle, à l'aide de mesures trigonométriques de 11 points non signalisés et repartis uniformément sur toute sa largeur (VAW - H. Siegenthaler).
- 4 Fiesch. La cote indiquée se rapporte au niveau de l'eau dans le portail (VAW - H. Widmer).
- 5 Grosser Aletsch. La cote indiquée se rapporte au niveau de l'eau dans le portail (VAW - H. Widmer). -Vol photogrammétrique par L+T le 17.8.71 (l'auteur).
- MA Mittelaletsch. Depuis deux ans la séparation entre les glaciers de Mittel - et de Grosser Aletsch a progressé au point que sur une courte distance le Mittelaletschbach coule dans un lit à ciel ouvert; le terrain partiellement rocheux à l'est est libre de glace; par contre les puissants talus morainiques de l'ouest recouvrent d'importantes masses de glace morte attenant aux deux glaciers (VAW-M. Aellen). Vol photogrammétrique par L+T le 17.8.71 (l'auteur).
- 6 Oberaletsch. La cote indiquée se rapporte au niveau de l'eau dans le portail (VAW - H. Widmer).
- 8 Tälliboden. La neige déposée par les avalanches de l'hiver 70/71 s'étendait en moyenne de 2.5 m au-delà du bord du glacier; elle n'a pas été comptée comme glacier (VAW - H. Widmer).
- 9 Ofental. On ne peut plus déterminer exactement l'extrémité du glacier à cause des amas morainiques importants. Pour cette raison on a renoncé - provisoirement du moins - aux mesures régulières. L'aspect général montre clairement une poursuite du recul (VAW - H. Widmer).
- 10 Schwarzberg. La cote d'altitude indiquée se rapporte au portail nord. On n'a pas pu déterminer l'étendue de la glace morte devant la langue à cause du fort débit du torrent (VAW - H. Widmer). -Vol photogrammétrique par V+D le 17.9.71 (l'auteur).
- 11 Allalin. On a déterminé la position de l'extrémité glaciaire sur la base du cliché photogrammétrique du 1.10.71. La cote indiquée se rapporte au point le plus bas de la langue. Le front ancien qui l'année précédente avait progressé jusqu'aux débris de glace occupant la grande terrasse, depuis lors a avancé de 41 m; il se trouve maintenant environ 70 m en arrière de la nouvelle extrémité, c'est-à-dire derrière le pied du cône d'éboulis glaciaires qui par la réunion avec la langue a été réactivé (VAW-H. Widmer). -Vols photogrammétriques par V+D les 10.8., 17.9., 1.10. et 15.11.71 (l'auteur).
- 13 Fee. (Langue du nord) Vol photogrammétrique par L+T le 16.9.71. (l'auteur).
- 15 Z'Mutt. Cote du portail glaciaire 2243 m; cote du point le plus bas du front 2231 m (P. Mercier).
- 16 Findelen. Alfred Maag qui a fait les observations avec beaucoup de soin depuis 1953 a pris

une retraite méritée et a quitté Zermatt; il a initié son successeur, M.R. Zimmermann, aux mensurations du glacier de Findelen. Nous remercions M. Maag pour ses précieux services et sa fidélité, et nous sommes heureux que son successeur reprenne les mesures (P. Kasser).

- 17 Ried. Vol photogrammétrique par L+T le 10.9.71 (l'auteur).
- 19 Tourtemagne ouest. Sur la ligne de mesures 1 qui l'an dernier, en raison des restes d'avalanches, n'avait fourni aucun résultat utilisable, on a noté un raccourcissement du glacier de 56.4 m. Par contre, sur la ligne 2, on a constaté une faible avance de 1.7 m. Le fort recul de la partie orientale de la langue (30.8 m sur la ligne 3, 60.9 m sur la ligne 4) est dû en grande partie à un écroulement important survenu à la fin d'août (A. Tscherrig). Vol photogrammétrique par L+T le 17.9.71 (l'auteur).
- 20 Tourtemagne est (Brunegg). Vol photogrammétrique par L+T le 17.9.71 (l'auteur).
- 21 Bella Tola. Le recul considérable est dû au faible enneigement de l'hiver 70/71, à la longue période chaude de l'été 71 et enfin à la faible épaisseur de la langue terminale (A. Tscherrig). Vol photogrammétrique par L+T le 9.9.71 (l'auteur).
- 23 Moming. Des glissements de matériel morainique ont recouvert les repères anciens qui ont dû être renouvelés. Pour cette raison, les variations de la longueur n'ont pu être mesurées. A l'avis des observateurs, la situation n'a guère changé en une année (J. P. Ruhlé & R. Epiney).
- 24 Moiry. Le repère 1 a dû être abandonné (P. A. Wenger).
- 25 Ferpècle. Malgré l'été peu favorable à la crue, la langue s'est aussi peu raccourcie que l'année précédente (0.4 m). Ainsi s'est vérifiée l'opinion exprimée dans le dernier rapport selon laquelle l'état actuel de la langue est stationnaire (l'auteur).
- 31 Grand Désert. Vol photogrammétrique par L+T le 13.8.71 (l'auteur).
- 32 Mont Fort. Vol photogrammétrique par L+T le 13.8.71 (l'auteur).
- 34 Otemma. La partie gauche du front, située très en avant du portail et recouverte de pierraille, s'est scindée en plusieurs lambeaux de glace morte. Dont le recul très important dans la ligne du point GL 43 (239 m). A l'état actuel le front qui présente un portail remarquable est assez fortement bombé et il semble prendre rapidement de l'épaisseur vers l'amont. On peut donc prévoir une atténuation du recul pour les prochaines années. (J.-L. Blanc). - Vol photogrammétrique par V+D le 10.8.71 (l'auteur).
- 35 Mont Durand. Une nouvelle coupure transversale apparaît à 100 m en amont du front, un recul important est donc à prévoir dans quelques ans. (J.-L. Blanc).
- 36 Breney. Etant devenue tangente au glacier la ligne de visée depuis le repère GL 6 a été abandonnée. (J.-L. Blanc).
- 37 Giétro. Vol photogrammétrique par V+D le 7.9.70, restitution par le bureau H. Leupin à Berne. Dans le cadre du rapport résumant les mesures exécutées depuis 1966 par les VAW de l'EPFZ pour les Forces Motrices de Mauvoisin, on a calculé l'allongement annuel de l'extrémité de la langue (partie située au-dessous de 2700 m) à partir de l'état minimal de 1964. Ce calcul a mis en évidence un processus cyclique en 3 phases qui dureraient chacune un an environ; 1. bombement de la langue; 2. allongement de celle-ci; 3. étalement en largeur. La régularité observée dans l'évolution de ce phénomène doit être fortuite, car il est probable que les phases peuvent être plus courtes ou plus longues qu'une année. Les mesures faites depuis 1966 pour établir un bilan de masse de la langue entière font présumer une poursuite de la crue pendant ces prochaines années, sauf changements climatiques notables (VAW - M. Aellen). - Les résultats principaux des observations faites au glacier de Giétro sont

Figure 3

Le front du glacier de Giétro

(sur ce plan les parties du glacier régénérées et temporaires devant le front, dans la gorge de Giétro et sur le fond de la vallée de Mauvoisin sont omises)

Position du front glaciaire lors des levés topographiques 1947-1971

position du terminus le:	levé topographique:	restitution stéréo-autographique par:
..... 9.10.1947	levé terrestre	bureau de mensurations Leupin et Schwank, Berne
----- 25. 8.1964	vol photogrammétrique par le service topographique	
----- 27. 9.1966	vol photogrammétrique par la direction fédérale de mensurations cadastrales	bureau de mensurations et photogrammétrie H.Leupin, Berne
----- 22. 8.1967	vol photogrammétrique par Swissair Photo SA	
----- 13. 9.1968	} vol photogrammétrique par la direction fédérale des mensurations cadastrales	
----- 12. 9.1969		
----- 7. 9.1970		
----- 10. 8.1971		

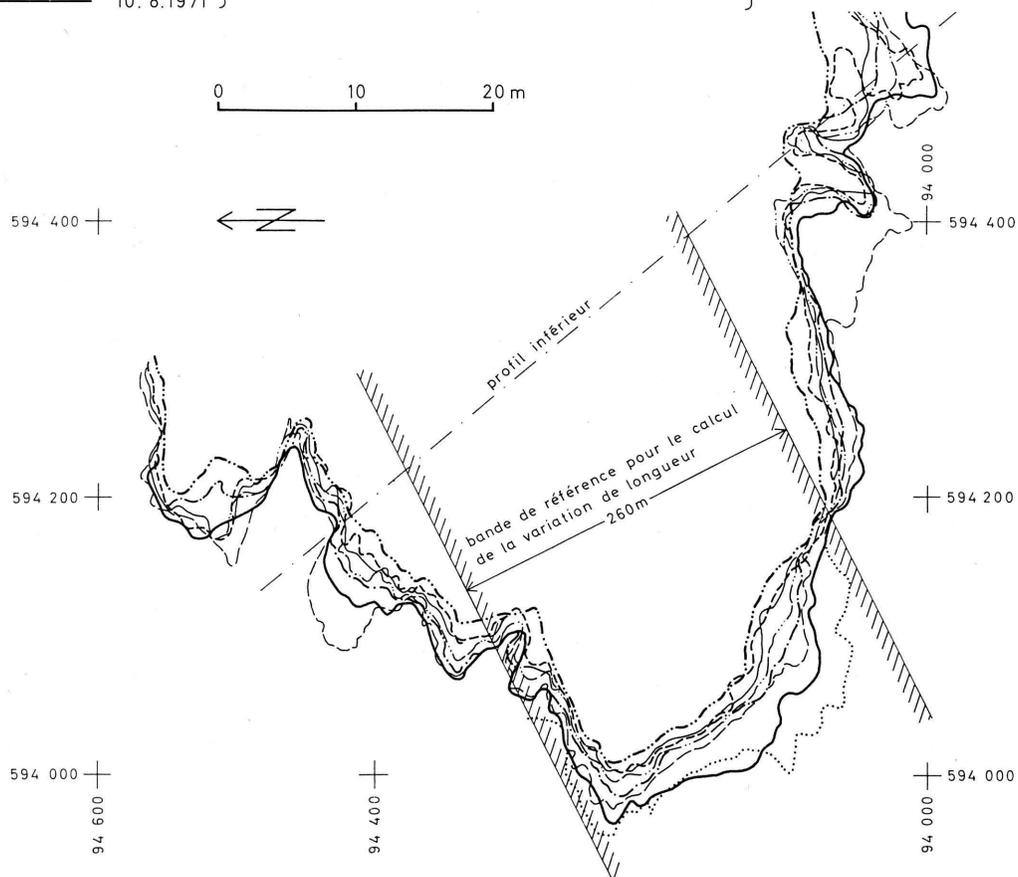


Figure 4

Glacier de Giétro

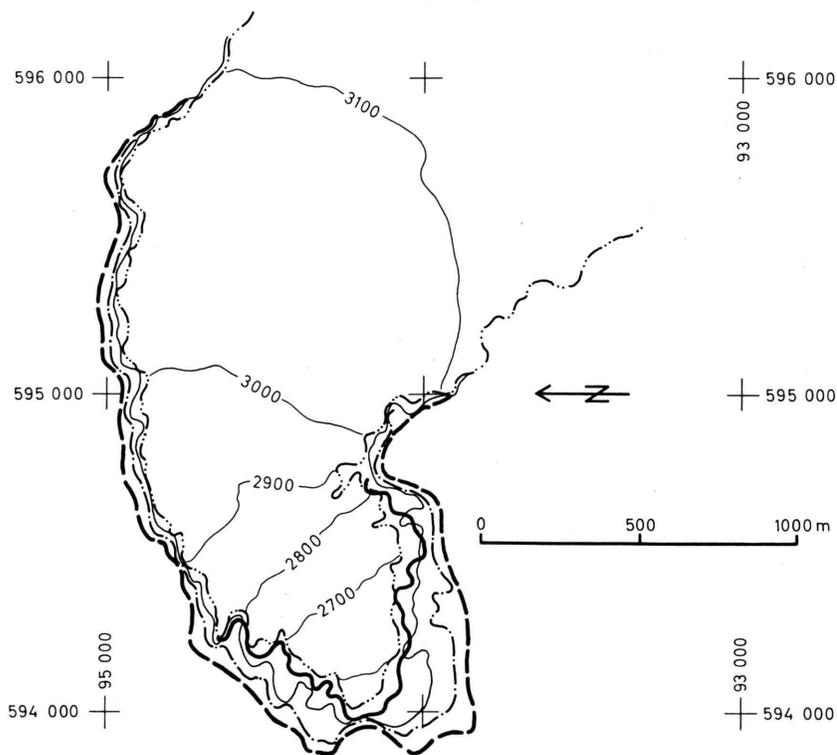
états particuliers de la langue dès la fin du 16^e siècle

(voir photos du 90^e rapport).

étendue de la langue cohérente
définie par :

état particulier :

- — — la grande moraine marginale: étendue maximale vers 1600, 1820 et 1855.
le glacier régénéré au fond de la vallée de Mauvoisin barre le cours de la Drance. Ruptures du barrage glaciaire et vidanges brusques du lac provoquent des crues catastrophiques qui ont dévasté le val de Bagnes et Martigny p.e. en 1595 et 1818.
- - - - la petite moraine marginale: crues glaciaires vers 1895 et 1920.
(souvent doublée)
le glacier régénéré au fond de la vallée aboutit la Drance.
- le levé terrestre du service topographique en 1934, reproduit sur feuille no. 283 de la carte nationale de la Suisse 1:50 000:
le glacier régénéré au fond de la vallée a disparu.
- · - · - le levé aérophotogrammétrique du service topographique le 25 août 1964.
reproduit sur feuille 1346 de la carte nationale de la suisse 1:25 000:
étendue minimale.
- le levé aérophotogrammétrique du bureau Leupin le 10 août 1971:
étendue actuelle.



présentés au chapitre 3.5.1 (l'auteur).

- 38 Corbassière. Sur la demande des Forces Motrices de Mauvoisin, le géomètre A. Mathier de Montana a mesuré des profils près de la cabane de Panossière (2665 m) et sur la terrasse inférieure de la langue (2500 m); il en résulte que dans les deux profils l'épaisseur moyenne de la glace a diminué sensiblement depuis l'année précédente. La vitesse de surface a également diminué au profil inférieur, tandis qu'au profil supérieur elle a fortement augmenté. Les résultats de la période 1967/71 sont présentés au chapitre 3.5.3. D'après ces données on doit s'attendre que la décrue diminuera plutôt dans les prochaines années, pour autant que les conditions climatiques restent les mêmes que dans les 5 à 10 années précédentes (VAW - M. Aellen).
- 39 Valsorey. Vu la fonte importante, le faible changement intervenu (1 m) sur les 4 lignes de mesures (dont une fois en sens positif et trois fois en sens négatif) indique un état stationnaire (l'auteur).
- 40 Tseudet. La ligne de mesure est devenue tangente à la langue glaciaire. Donc on en a du changer la direction (M. May).
- 42 Saleina. Vol photogrammétrique par L+T le 13.8.71 (l'auteur).
- 43 Trient. Le glacier continue son avance d'une manière impressionnante: durant les semaines du 20.9. au 28.10.71 il a avancé près de 3 mètres, bousculant le point de repère D. A notre avis la chaleur a favorisé la fonte de la glace contre les points d'appui, permettant donc une accélération du mouvement sans diminuer sensiblement le front qui se présente sous forme d'une paroi verticale haute de 5 à 10 m. Sous la direction de M. G. Petrie un groupe d'étudiants du département de Géographie de l'Université de Glasgow a fait des levés topographiques aux environs de la langue qui permettent d'établir l'avance août - septembre à 0.6 m (P. Mercier). - Vol photogrammétrique par L+T le 10.8.71 (l'auteur).
- 46 Martinets. Comme le front glaciaire est complètement recouvert de débris morainiques, les mesures sont suspendues (l'auteur).
- 47 Sex Rouge. La saison exceptionnelle et la date des mesures expliquent le recul de 5 à 6 m du front. La limite entre la glace et le pierrier est assez incertaine en particulier près du repère 2. Il nous semble que l'épaisseur de la glace ait diminué dans une dépression remarquable longue de 200 à 300 m et large de 100 m environ, qui se trouve à 50 m environ de la ligne des mesures (J.-P. Bezençon).. - Vol photogrammétrique par L+T le 9.9.71 (l'auteur).
- 48 Prapio. La langue inférieure - en diminution - perd de plus en plus d'épaisseur. Il y a toujours continuité entre les diverses parties du glacier et il semble que les étranglements signalés ces dernières années vont encore subsister. Des récentes chutes de gravier fin recouvrant la partie inférieure du glacier, il est assez difficile à repérer la limite glace - moraine (J.-P. Bezençon). - Vol photogrammétrique par L+T le 9.9.71 (l'auteur).
- 49 Pierredar. Les mesures faites à la demande de l'Etat de Vaud par les bureaux Chauvy à Bex (mensuration terrestre) et Vetterli à Fribourg (aérophotogrammétrie) ont montré que les pertes de masse au niveau des terrasses du névé et au niveau de la langue régénérée dont le bord a reculé par endroits de plusieurs mètres sont assez nettes, tandis que les variations du mouvement, de la position et de la forme de la falaise frontale sont insignifiantes. Vol photogrammétrique par L+T le 3.9.71 (VAW - M. Aellen).
- 50 Oberaar. Vol photogrammétrique par V+D le 8.9.71; restitution par le bureau Flotron à Meiringen. Après la dernière prise de vue (18.9.70), le front du glacier a été submergé par les eaux du lac pendant 76 jours (jusqu'au 3.12.70) à une profondeur d'environ 6 m; dès lors il restait émergé, de sorte qu'on a pu repérer la position de son pied. Le raccourcissement indiqué de 12.1 m (12.4 m par an) se rapporte comme précédemment à ce front vertical.

Malgré le temps chaud, le recul a été moins important que celui de l'année précédente. La perte en surface s'élève à 3760 m², en volume environ à 77 000 m³ (A. Flotron).

- 51 Unteraar. Vol photogrammétrique par V+D le 8.9.71; restitution par le bureau Flotron à Meiringen. Depuis la dernière prise de vue, la surface de la langue a diminué de 4268 m² ce qui correspond à un retrait de 7.23 m (7.43 m par an) ou de 48% de la moyenne pluriannuelle. L'avance constatée l'année dernière au bord gauche s'est accentuée; pour tout le reste du front le recul est assez uniforme (de 10 à 20 m), avec un maximum de 25 m au portail et un minimum de 5 m de recul à 5 m d'avance près de la moraine médiane droite. Le niveau du lac n'a atteint le glacier que durant la période de retenue maximale (6.-8.9.71). Par suite de la décrue, les isohypses de la langue ont reculé des quantités suivantes:

Isohypse	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	m s. m.
Déplacement	-5	-17	-20	-14	-11	-27	-24	m

La perte de volume résultante de la langue jusqu'à la ligne de coordonnées 663 s'élève à environ 385 000 m³ (A. Flotron).

- 54 Steinlimmi. Les lignes de mesures 4 et 3* sont très rapprochées, aussi les valeurs obtenues ont été considérées résultantes d'une seule ligne. (H. Vogt).- La construction d'une route devant le glacier et d'un skilift sur le glacier ont entraîné la destruction de la plupart des repères. Un seul point (A3, 15 m au-dessus du bord de la langue) a pu être localisé et mesuré. Pour la période du 18.10.70 au 30.10.71 on a constaté une ablation de 3.5 m (année précédente: 3.11.69 au 18.10.70, 3.14 m au même point, et 3.43 m en moyenne sur 7 repères). Les vitesses mesurées sur la partie de la langue sont les suivantes: du 18.10.70 au 27.6.71 (252 jours) 3.04 cm par jour; du 27.6. au 14.10.71 (79 jours) env. 4.0 cm par jour (incertain); du 14 au 30.10.71 (16 jours) 4.4 cm p.jour. Le glacier a élevé une petite moraine frontale qui en automne se trouvait abandonnée à une distance de quelques mètres devant la glace (R. Haefeli).
- 55 Trift. Vol photogrammétrique par L+T le 17.8.71. La comparaison des clichés des 18.9.70 et 17.8.71 montre un retrait net du front (l'auteur).
- 56 Rosenlaur. Entre les 15 et 22 mai 1971 il s'est produit sur la rive gauche un écroulement de glace estimé à 100 000 m³ dont la plus grande partie s'est déposée dans le creux situé à l'ouest du point 1805 de la carte nationale (feuille 255); 10 000 à 20 000 m³ seulement ont atteint le pied des cascades à l'ouest de Gletscherhubel. Dans les rochers devant la falaise frontale du glacier on remarque un replat sur lequel il y avait toujours des débris de glace ces dernières années. Au cours de l'hiver précédant la chute, le front glaciaire effondré avait atteint ce replat. Le 21 mai au soir, le torrent du Rosenlaur coulait à plains bords; son lit peu incliné entre le cône d'éboulis glaciaires et la gorge, était encore recouvert de débris de glace le 22 mai (VAW - H. Röthlisberger).-Vol photogrammétrique par L+T le 3.9.71. La comparaison entre les clichés du 21.9.70 et du 3.9.71 montre clairement une avance du front (l'auteur).
- 57 Oberer Grindelwald. Le petit plateau du rognon rocheux est en bonne partie recouvert de glace, de sorte que la ligne de mesures et la plupart des repères sont écrasés; l'échelle d'accès récemment renouvelée a été de nouveau démontée. Nous avons installé un nouveau point de mesure à 100 m en aval du portail. Le glacier qui atteint la sortie de la gorge a déposé devant son front nettement bombé un cône d'éboulis d'env. 30m de long. Au bord de celui-ci, au portail, la glace compacte réapparaît. Sur le flanc droit de la langue, la glace déborde le Nollen en s'écroulant dans le Gletschersand, c'est à dire dans le fond de la vallée; l'épaisseur de la glace continue à augmenter (V. Boss).-Du 17.12.70 à la mi-janvier 1971, l'avance sur le plateau du Nollen a été de 7 m, jusqu'au 20.5.71 de 20 m; à la langue de 60 m. Au Milchbachloch la crête de glace se trouve env. 4 m plus haut que le trou, mais il faut descendre d'env. 8 m pour accéder au glacier (H. R. Bernet et R. Bhend dans "Echo von Grindelwald").-Vol photogrammétrique par L+T le 3.9.71. Lors de la restitution par L+T pour la carte nationale au 1:25 000 (feuille 1229), il est apparu que depuis la date du relevé au 1:10 000 (1966) le glacier s'est épaissi dans son tiers inférieur (en moyenne de 10 m, maximum 25 m environ)

à droite, côté Wetterhorn, plus qu'à gauche, côté Schreckhorn, où il n'y a pratiquement pas d'épaississement (l'auteur).

- 58 Unterer Grindelwald. Le glacier a légèrement diminué, surtout sur le côté droit au pied du Mettenberg (H. Boss).-Une forte avance s'est dessinée, mais dans d'autres conditions qu'au glacier supérieur. La glace de la gorge, en aval de la Heisse Platte, est morte, c'est à dire stationnaire; mais alors le nouveau glacier progresse de Eismeer et de Strahlegg par-dessus l'ancien de sorte que le point extrême atteint se trouve à la hauteur de Wildes Schloss, derrière la "Schlosslouinen" (H. R. Bernet et R. Bhend dans "Echo von Grindelwald").-Vol photogrammétrique par L+T le 3.9.71. Les photos confirment que la partie inférieure de la langue a l'aspect typique d'un glacier en décrue; il ne s'agit certainement pas de glace morte, c'est à dire immobile. On a probablement affaire à un état stationnaire pendant lequel la fonte superficielle est compensée par le mouvement d'ensemble. Les deux coulées qui se réunissent au Zäsenberg portent en effet la marque caractéristique de glaciers en crue: bombement, crevassement intense et faible couverture de moraine. On peut se demander si elles chevaucheront la partie inférieure du glacier; nous pensons plutôt qu'elles la pousseront en avant (l'auteur).
- 59 Eiger. Les points marqués au bord de la moraine l'année précédente ont tous été recouverts par des débris morainiques. Devant la langue se trouvent des blocs de glace isolés. La vitesse d'avancement est plus prononcée du côté gauche. Aux parois abruptes de glace du côté du Guggi il y a encore eu des écroulements; la paroi a augmenté de hauteur (R. Schwammbberger).
- 60 Tschingel. Par rapport à 1970, les conditions semblent n'avoir guère changé sur la rive gauche; il s'est formé devant la langue un dépôt morainique boueux de 2 à 4 m de large qui a rendu difficiles les mesures et mené à des résultats incertains. Près du glacier du Breithorn voisin il n'y a pas non plus eu de changements notables; de grosses masses de glace se sont détachées de son bord abrupt, et se sont déposées sur les replats rocheux devant le front. Cet écroulement comme aussi la hauteur de la paroi semblent indiquer une crue du glacier (R. Schwammbberger).-Pour la première fois depuis longtemps, le glacier de Tschingel a reculé assez fortement. D'après la position des moraines frontales relevées depuis 1966, il y a eu tout d'abord une faible avance en hiver de 3 m en moyenne, puis un recul en été de 6 à 12 m. Il en résulte pour la période du 27.9.70 au 9.10.71 un recul moyen du bord du glacier d'environ 6 m (H. Rutishauser).
- 61 Gamchi. Le glacier en crue a élevé une moraine frontale haute de 2 à 4 m (E. Zeller).-Vol photogrammétrique par V+D le 10.8.71 (l'auteur).
- Ap Alpetli. Reprise des mesures par l'ingénieur - forestier E. Zeller en 1968 (l'auteur).
- 62 Schwarz. Le portail qui se trouve sur la ligne de mesures C s'est partiellement écroulé; cela explique le recul considérable sur cette ligne (E. Zeller).
- 64 Blümlisalp. Vol photogrammétrique par L+T le 3.9.71. Une comparaison avec les clichés du 21.9.70 montre que la langue a progressé par places et reculé en d'autres; les déplacements sont petits et doivent se compenser en moyenne (l'auteur).
- Am Ammertén. La langue aboutit à un étroit vallon entre deux promontoires rocheux dans lequel s'accumulent de grosses quantités de neige. En 1969 comme en 1970 le front du glacier a été enveloppé par une couche de vieille neige. (On peut donc admettre pour 1969/70 un état stationnaire. L'auteur). Cette couche a totalement fondu, ainsi que de la glace. D'après les dires des guides le glacier progresse fortement dans sa partie supérieure; mais la poussée ne se fait pas encore sentir à la partie terminale de la langue (E. Hodel).
- 66 Tiefen. Le glacier a reculé sur toute la largeur mesurée. La ligne de mesures A 66 devenue tangente n'est plus contrôlée. Le bord du glacier est très découpé. Mis à part deux

bandes morainiques, il y a peu de pierraille sur la langue. Les blocs erratiques se sont rapprochés du point B comme suite: le bloc 68 s'est déplacé en 69/70 de 30 m et se trouve au bord du glacier; le bloc 69 s'est déplacé jusqu'en 1971 de 15 m; la position de départ du bloc 71 est éloignée de 184 m du point B (K. Oechslin).

- 67 St. Anna. Le glacier a reculé sur les trois lignes de mesures, surtout sur son flanc droit où, les années précédentes, la langue était protégée par la neige tassée de la piste pour skieurs même tard en été; cette année ce n'était plus le cas. Il n'y a presque pas de pierraille sur le glacier (K. Oechslin).
- 68 Chelen. La crue s'est montrée à peu près égale sur les trois lignes de mesures. La glace est plus propre qu'en 1970 et s'élève plus haut. Comme auparavant, il y a davantage de débris rocheux sur le flanc droit que sur le flanc gauche qui est assez propre (K. Oechslin).
- 69 Rotfirn (nord). Le glacier a fortement progressé du côté gauche vers le Chelenalpbach; il a également augmenté d'épaisseur. La glace est propre et ne présente presque pas d'éboulis (K. Oechslin).
- 70 Damma. Le glacier a été stationnaire sur une ligne de mesures tandis que sur les autres il s'est raccourci. Comme précédemment, la langue est entièrement recouverte de pierraille. Le bloc erratique s'est rapproché de 16 m du point B 69 (K. Oechslin).
- 71 Wallenbur. La neige d'avalanche qui l'année précédente se trouvait devant la ligne orientale de mesures a fondu. En cet endroit le recul est nettement moindre que sur le flanc ouest où près de l'extrémité de la langue un portail s'est formé. La langue est recouverte de pierraille sur toute sa largeur (K. Oechslin).
- 72 Brunni. Le recul mesuré depuis deux ans s'est manifesté surtout sur la ligne la plus occidentale (63 m). En lieu des mesures sur la ligne A qui ne rencontrant plus le glacier, est abandonnée. On a déterminé la variation de la plus courte distance depuis le point B au monticule de glace près de la ligne de mesures et on en a tenu compte pour le calcul de la variation moyenne de longueur. La direction des mesures a été modifiée (K. Oechslin).
- 73 Hüfi. Le front principal a progressé de 7 m en deux ans. D'autre part la portion gauche a reculé de 22 m. Contrairement aux années précédentes, on peut maintenant contourner le lac du côté SW le long du pied de la paroi rocheuse. La direction des mesures a été mieux adaptée à l'axe médian de la langue. Sur le delta sablonneux de 80 m, entre lac et glacier, il y a un bloc qui peut servir de repère et qui a été mesuré et marqué (K. Oechslin).
- 74 Griess (Unterschächen). Depuis trois ans l'extrémité orientale de la langue se termine sous de la neige d'avalanches recouverte d'éboulis. La glace du front est entièrement recouverte d'éboulis (K. Oechslin).
- 75 Firnalpeli. On a observé de fortes valeurs de recul, de 22 à 42 m, surtout au milieu de la langue (lignes 3 à 5), sans tenir compte des restes de neige et de glace dispersés devant le front; sur les autres lignes, les limites du glacier sont nettes. Il est remarquable que les deux lignes les plus orientales indiquent une avance ce qui est apparemment dû au fait qu'en cet endroit la langue est plus épaisse qu'à côté. L'aspect général du glacier porte à croire à un mouvement de la glace relativement fort (W. Rohrer).
- 76 Griessen (Obwald). Par suite du temps sec et chaud, les repères sur les rochers les plus élevés sont devenues visibles en automne 1971, de sorte que la mesure a pu être faite à partir de la ligne de base de 1953. Dans le domaine exploré la limite du glacier se trouve un peu plus bas qu'en 1962 (S. Lienert).
- 77 Biferten. Il y a eu une forte avance à tous les repères; le point B a été recouvert. La compa-

raison avec 1957 montre un épaissement important de la partie terminale de la langue passant de 3 à env. 15 m. La crue dans la gorge (ligne D) s'élève à 43 m env., de sorte que la glace n'est plus qu'à 80 m env. de la prise d'eau des Forces Motrices Linth-Limmern. Le front est profondément disloqué (abîmes jusqu'à 20 m) de sorte qu'on ne peut plus l'escalader. (W. Wild).

- 78 Limmern. La cote indiquée se rapporte au point le plus bas du front du glacier relevé par tachymétrie. L'altitude moyenne du tronçon mesuré est de 2248.4 m. La langue qui à l'exception d'une petite surface de la rive droite est recouverte d'une couche morainique a passablement changé, surtout sur son flanc gauche. Mis à part quelques restes de neige au-dessus de 2950 m au pied du Bifertenstock et du Scheibengrat, la couche de neige hivernale avait totalement disparu (VAW - H. Siegenthaler).
- PA Plattalva. La cote indiquée se rapporte au point le plus bas de la langue (VAW - H. Siegenthaler).
- 79 Sulz. On n'a pu fixer la limite du glacier que vers le portail qui fut mesuré depuis le point A. Immédiatement à côté de la sortie du ruisseau la glace est recouverte de pierraille. Par rapport à l'année précédente le glacier a peu changé et est resté pratiquement stationnaire. (E. Blumer). - Ce glacier est compté parmi les glaciers en crue, car en dépit de la fonte anormalement forte il s'est allongé quelque peu (l'auteur).
- 80 Glärnisch. L'extrémité de la langue se compose d'une mince couche de glace, d'un demi-mètre d'épaisseur par endroits, accroissant vers l'est à 5 m environ (W. Wild). - Vol photogrammétrique par L+T le 30.7.71 (l'auteur).
- 81 Pizol. Contrairement à l'année dernière et sauf deux petits névés près de la ligne de base inférieure (A), il n'y avait plus de neige sur tout le terrain devant le glacier, en sorte que l'on a pu procéder aux mesures depuis la base supérieure. A toutes les lignes de mesures, sauf 3 et 4 (situées à peu près au milieu du glacier), le bord a fortement fondu depuis deux ans (50 à 167 m, en moyenne 61.2 m ou 30.6 m par an). L'avance par accumulation du névé après 1965 n'a pas été entièrement compensée malgré le temps chaud; la position du bord glaciaire la plus haute de 1964 n'a pas été atteinte en automne 1971. L'impression générale est que le glacier s'aplatit de plus en plus, en effet la comparaison des photos prises au cours des dernières années révèle une décrue considérable de l'épaisseur (U. Eugster). - Comme l'an dernier le glacier était considéré comme stationnaire, toute la perte par fusion doit être mise sur le compte de l'année du rapport (l'auteur).
- 83 Punteglias. Sur le flanc droit de la langue la glace est beaucoup moins épaisse qu'à gauche par suite d'une fusion irrégulière (H. Klöti).
- 84 Lenta. En raison de la forte couverture morainique sur le flanc droit, on n'a pu - comme l'année précédente - faire les mesures qu'à partir de deux points. Sur les côtés, notamment au pied des hautes moraines latérales des crues du 17ème et du 18ème siècles, il y a probablement d'importantes masses de glace morte qui s'étendent vers l'aval bien au-delà de l'extrémité du glacier actif (R. Parolini).
- 85 Vorab. Après une avance durant cinq ans (1964 - 1969) qui a porté sur une distance de 78 m le front a retrouvé à peu près sa position de 1964 en deux ans (R. Danuser).
- 86 Paradies. Le bord du glacier a été mesuré par un cheminement polygonal à partir du point GL 7. Sur le plan on a déterminé graphiquement la variation de longueur sur 28 lignes espacées de 10 m. Le bord du glacier est éloigné du point GL 152 de 18.2 m (année précédente 4.5 m) dans l'horizontale, et de 8.2 m (3.1 m) dans la verticale; donc à cet endroit la surface glaciaire s'est abaissée de 5 m au moins (O. Hugentobler).
- 87 Suretta. Le bord du glacier a été mesuré par un cheminement polygonal à partir du point

125. Sur le plan on a déterminé graphiquement la variation de longueur sur 6 lignes polygonales espacées de 10 m et perpendiculaires à la ligne de base P 0 - P 125 - P 189 (O. Hugentobler).
- 88 Porchabella. Le front du glacier a été mesuré depuis le point 1 C. La cote indiquée se rapporte au plus bas de quatre portails. La langue se termine maintenant sur une pente plus raide qu'auparavant et exposée au NNW. Cela pourrait expliquer que malgré la chaleur de l'été 1971 le recul a été plus faible que prévu (F. Juvalta).
- 89 Verstankla. Bien que par suite de conditions défavorables et de difficultés personnelles, les mesures n'aient pas été faites ces deux dernières années, on a pu déterminer au moins le sens du déplacement du front du glacier grâce à une série de photos prises par H. Siegenthaler (VAW). Il en résulte pour 1969/70 un état stationnaire, pour l'année du rapport un recul net (l'auteur).
- 90 Silvretta. La cote indiquée se rapporte au point le plus bas du front du glacier relevé par tachymétrie. L'altitude moyenne du tronçon mesuré est de 2458.8 m (année précédente 2459.4 m) La langue étant large de 324 m en automne 1970, s'est rétrécie de 9 m. Avant la chute de neige de la mi-septembre, le glacier était libre de neige jusqu'à 2870 m; même plus haut aux endroits les plus exposés au soleil la glace pure était découverte. Au voisinage du col de la Silvretta l'accroissement du névé depuis 1970 était de 134 cm, à 2860 m à droite de l'axe médian du glacier il était de 110 cm (VAW - H. Siegenthaler).
- 91 Sardona. Durant les deux ans depuis la dernière mesure, le glacier s'est fortement modifié dans sa moitié sud. Le repère le plus méridional (1) qui avait été chevauché par le glacier en 1969 n'a pas reparu; au sud de celui-ci et également au point 2 le front a nettement progressé; il en est de même au point 3 introuvable parce que la glace a culbuté par dessus la bande rocheuse des gros blocs morainiques provenant d'un éboulement de rocher au Piz Sardona dans les années trente. Au point 4 il y a eu recul; mais la formation d'une nouvelle moraine frontale prouve que depuis 1969 il y a eu une avance. Par contre au deux points de mesures situés plus au nord, le glacier semble n'avoir pas bougé. La partie moyenne de la langue très crevascée s'est affaïcée ces dernières années et s'est mise en mouvement. L'examen attentif de la partie supérieure du glacier permet de penser que l'accélération et l'avance de la langue sont dues à un effondrement du milieu de la langue et non pas à un accroissement de masse du névé. Par conséquent il me semble qu le résultat des mesures (recul moyen annuel de 3.2 m) correspond à la réalité bien qu'on n'ait pas tenu compte des avances mal déterminées aux points 1 et 3 (U. Eugster). - La variation de longueur du glacier doit donc avoir eu un signe positif au moins pour l'une des deux années 1969/70 et 1970/71, peut-être même pour les deux. Cela est d'autant plus probable si l'on considère que lors de la dernière mesure la partie antérieure de la langue (lignes 1 à 3) en progression n'a pas été aussi bien appréciée que la partie supérieure plus calme des lignes 4 à 6 (l'auteur).
- 92 Roseg. A cause des mouvements verticaux de la glace dans le lac submergeant le front du glacier il a été difficile d'en fixer la limite. Le bas niveau de l'eau de cette année m'a incité à mesurer celle qui suit la rive; mais malgré cela il n'a pas été possible de déterminer le chiffre exact de la variation moyenne de longueur. La pente de la langue commence à 40 - 60 m en amont de la rive (O. Bisaz). - Vol photogrammétrique par L+T le 2.9.71 (l'auteur).
- 93 Tschierva. Les mesures qui se rapportent à la base de 1957 ont été faites sur les lignes 0 à 120 où le bord du glacier a été bien visible (O. Bisaz). - Vol photogrammétrique par L+T le 2.9.71 (l'auteur).
- 94 Morteratsch. Mesure faite à partir de la base 1954. Lors de la mesure de l'année dernière un erreur a dû se produire aux lignes de l'ouest (220 à 280), de sorte qu'en cet endroit on a obtenu un trop grand recul pour 1969/70 et éventuellement une erreur de signe; il est improbable que le glacier y ait progressé (O. Bisaz). - En annulant toutes les valeurs incertaines

nes, on obtient un recul de 13.8 m pour 1969/70 et de 11.9 m pour 1970/71. Vol photogrammétrique par L+T le 12. 9. 71 (l'auteur).

- 95 Calderas. La cote indiquée se rapporte au portail nord; il s'en trouve un second à 120 m au sud à 2690 m. Les mesures de distance se sont faites à partir de la base 1954 (O. Bisaz). - Vol photogrammétrique par L+T le 18. 8. 71 (l'auteur).
- 96 Tiatscha. De puissantes masses de glace se sont détachées du front et se sont déposées sur la terrasse rocheuse; le cône de débris qui présente des blocs mesurant jusqu'à 80 m³ atteint les rochers au pied de la falaise frontale du glacier. Le plan dressé à l'échelle 1:10 000 de la commune de Lavin servira de nouvelle base pour les mensurations des prochaines années. (J.Könz).
- 97 Sesvenna. Dans la partie orientale de la langue recouverte de matériel morainique le recul est notablement plus grand qu'à l'ouest en raison de l'épaisseur réduite (L. Rauch). - Vol photogrammétrique par L+T le 17. 8. 71 (l'auteur).
- 98 Lischana. Le lambeau du glacier qui se trouvait au NE de la tête rocheuse près du point A, a totalement fondu au cours de l'été; le névé à l'ouest a disparu en grande partie. Par ailleurs le recul de la langue est minime, mais nous pensons que l'épaisseur du glacier a fortement diminué ces dernières années (L. Rauch). - Vol photogrammétrique par L+T le 17. 8. 71 (l'auteur).
- 99 Cambrena. Après l'avance de l'année précédente on a noté un faible recul. Après la fonte de saillies angulaires le front est devenu plus rectiligne; dans sa partie terminale la langue a fortement gonflé et présente de belles crevasses radiales (A. Godenzi). Vol photogrammétrique par L+T le 2. 9. 71 (l'auteur).
- 100 Palü. A la date des mesures le torrent coulait abondamment comme l'année précédente. Les portails qui alors étaient bien visibles entretemps se sont effondrés. Le milieu de la langue a accusé une avance modeste de 2 m, mise en évidence par une nouvelle moraine frontale chevauchée en partie par la glace. Sur les flancs on a constaté un recul, particulièrement net du côté nord (jusqu'à 35 m). La ligne de base a été déplacée du côté du glacier et marquée sur le terrain pour de bien (A. Colombo). - Vol photogrammétrique par L+T le 2. 9. 71 (l'auteur).
- 101 Paradisino. Sur le flanc gauche toujours recouvert de moraine la glace noire sous-jacente ne fond plus. Par ailleurs la langue a continué son recul et s'est amincie (A. Godenzi). - Vol photogrammétrique par L+T le 2. 9. 71 (l'auteur).
- 102 Forno. Vol photogrammétrique par L+T le 2. 9. 71 (l'auteur).
- Va Valleggia. Reprise des mesures par l'ingénieur - forestier G. Viglezio en 1971 (l'auteur).
- VT Val Torta. Reprise des mesures par l'ingénieur - forestier G. Viglezio en 1970 (l'auteur).
- 103 Bresciana. Une grotte naturelle de glace s'est formée environ 60 m au-dessus de la langue terminale; en aval de ce point le glacier est recouvert de matériel morainique laissant toutefois apparaître la glace. La partie antérieure de la langue est complètement séparée du glacier principal par un seuil rocheux (F. Viviani).

- 104 Basodino. Vol photogrammétrique par L+T le 3. 9. 71 (l'auteur).
- 105 Rossboden. Vol photogrammétrique par L+T le 16. 9. 71 (l'auteur).

Tableau 8. Longueur et variation de longueur du glacier du Trient établies sur la base de différentes représentations cartographiques.

Etat en	Documents consultés			Edition (année) ou auteur	Longueur 1) km	Variation de longueur depuis:		Valeurs comparatives 2) m
	levés cartographiques		feuille No.			1845	1878	
1845 ³⁾	plan cadastral	1:10 000	564 p	1ère édition	6.32 ⁴⁾	0	-	-
1878	atlas Siegfried	1:50 000	525 bis	1ère édition (1878)	5.39 ⁵⁾	-0.93	0	0
1895	atlas Siegfried	1:50 000	525 bis	1ère révision (1901)	5.59 ⁵⁾	-0.73	+0.20	+195 (211)
1896	plan cadastral	1:10 000	564 p	1ère édition	5.59 ⁶⁾	-0.73	+0.20	+195 (211)
1924	plan cadastral	1:10 000	564 p	1ère édition	5.51 ⁷⁾	-0.81	+0.12	+115 (127)
1938 ⁸⁾	plan cadastral	1:10 000	564 p	1ère édition	5.30	-1.02	-0.09	- 70
1956	plan de détail ⁹⁾	1: 1 000		K. Weissmann (1957)	4.86	-1.46	-0.53	} -456
1956	plan à isohypses ¹⁰⁾	1:10 000		Univ. Glasgow(1972)	4.86	-1.46	-0.53	
1960	carte nationale	1:25 000	1345	1ère édition (1968)	4.88	-1.44	-0.51	} -502
1960	plan à isohypses ¹⁰⁾	1:10 000		Univ. Glasgow(1972)	4.90	-1.42	-0.49	
1971	plan à isohypses ¹⁰⁾	1: 5 000		Univ. Glasgow(1972)	5.06	-1.26	-0.33	-312

Remarques:

- 1) Longueur mesurée ou calculée de l'axe médian du glacier à partir du point 3513 (Petite Fourche) sur la base de la carte nationale 1:25 000, feuilles 1344 et 1345 (1968).
- 2) Somme des valeurs publiées dans les rapports de la Commission des glaciers, complétée pour les années 1898 - 1904 et 1911 - 1913 par le rapport de J. Guex: "Au glacier du Trient 1878 - 1928" publié dans la revue "Les Alpes", année 5, cah. 1, (1929). Les valeurs empruntées à cette publication sont mises entre parenthèses.
- 3) représentatif pour les états maximaux vers 1600, 1820 et 1850. La date de 1845 se rapporte à une indication correspondante dans le 2ème rapport sur les variations des glaciers suisses (1881).
- 4) mesurée jusqu'aux grands blocs dans le torrent du Trient, environ 50 m en aval du pont près du Chalet du glacier.
- 5) obtenue en comparant la carte correspondante au plan d'ensemble 1:10 000 (1938).
- 6) mesurée jusqu'à la crête morainique inférieure de la région "moraine" du plan cadastral 1:10 000 (1938).
- 7) mesurée jusqu'à la crête morainique supérieure de la région "moraine" du plan cadastral 1:10 000 (1938).
- 8) Année du levé pour l'extrémité du glacier. La feuille 564 p du plan cadastral a été dressée d'après les levés de la période 1928 à 1938.
- 9) Levé aérophotogrammétrique par le bureau K. Weissmann à Zurich en 1956.
- 10) Levé aérophotogrammétrique par des candidats au diplôme du Department of Geography de l'Université de Glasgow, sous la direction de G. Petrie en 1971.

Figure 5

Le front du glacier de Trient 1956 - 1973

d'après les mensurations des laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques à l'EPFZ (1956-1960) et de la Commission des glaciers de la SHSN (1961-1973; J.Penis t et P.Mercier)

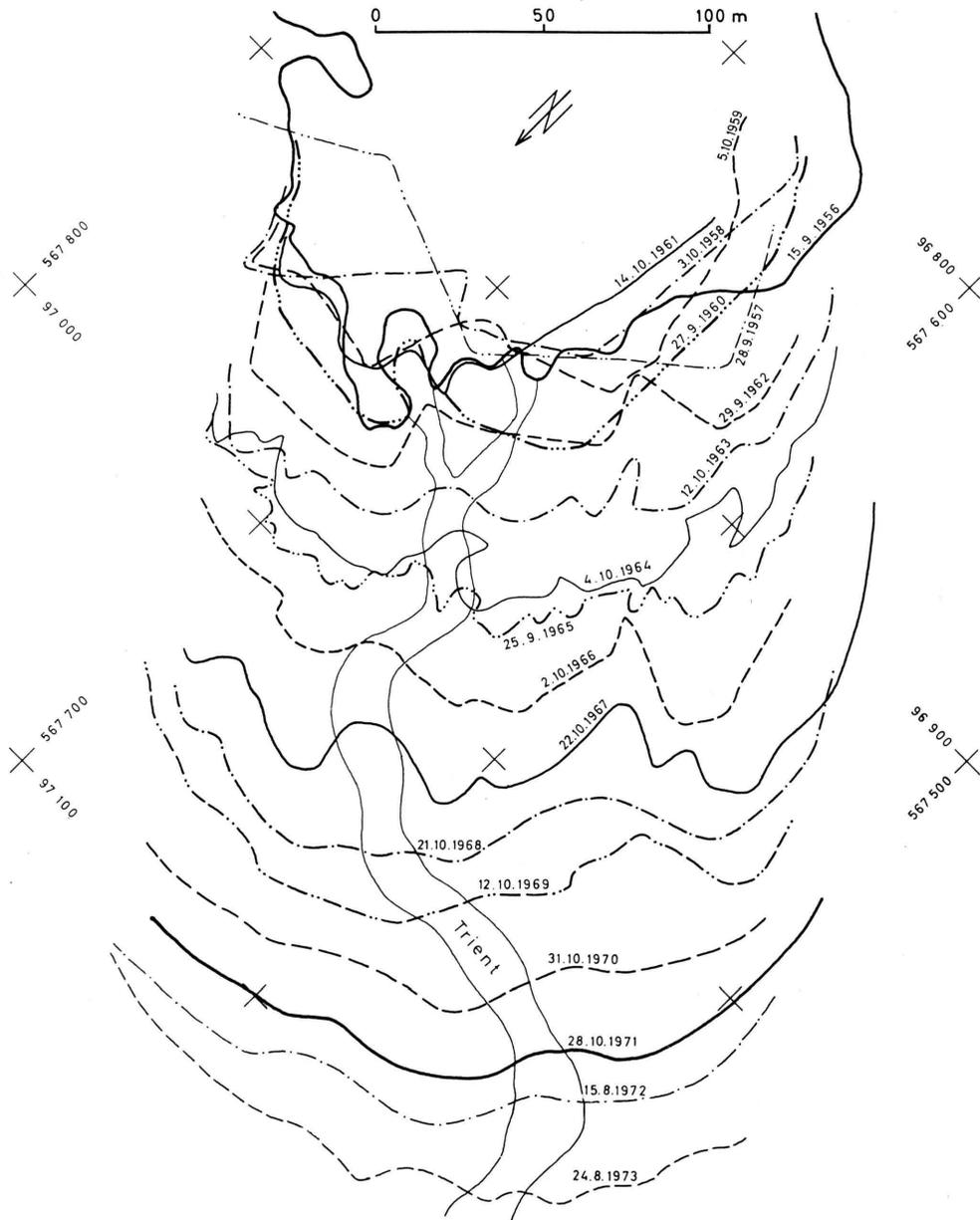
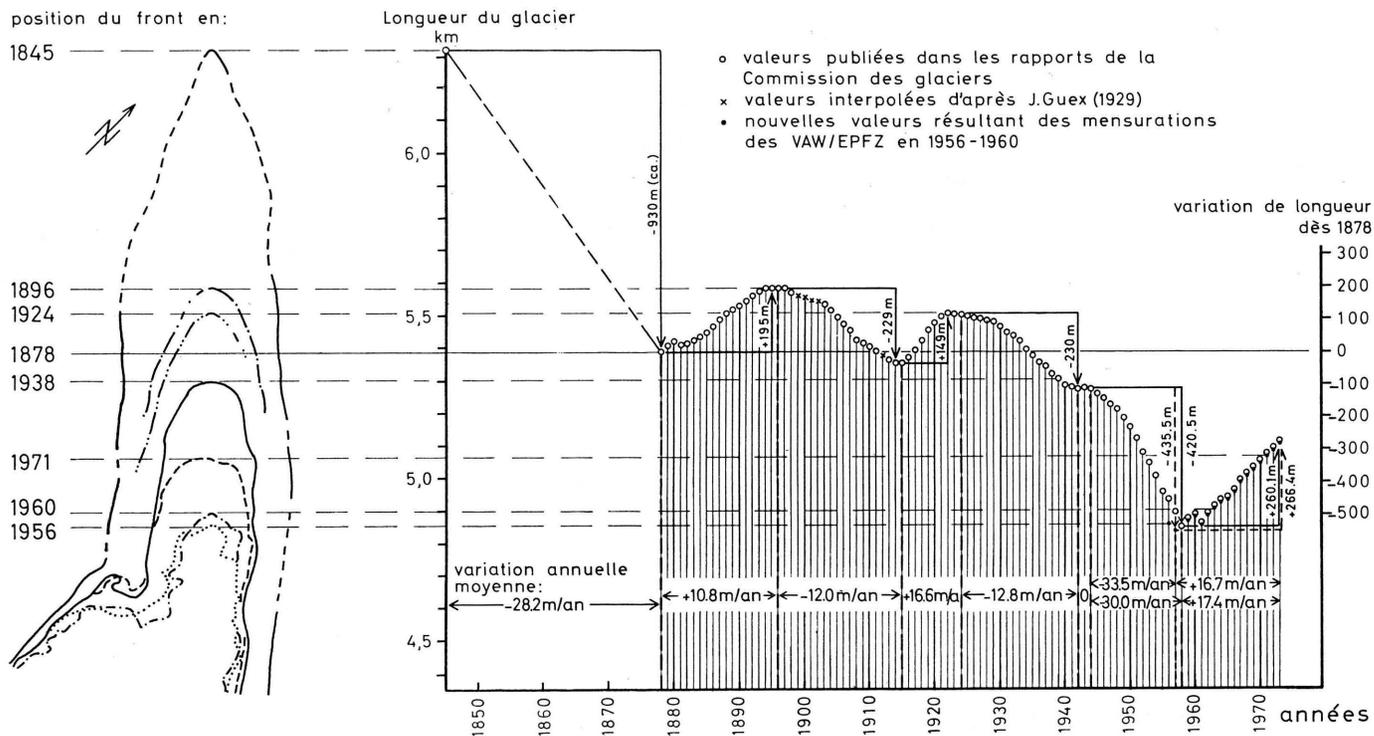


Figure 6

Etats du front et variation de longueur du glacier de Trient 1845 - 1973



états du glacier reconstruits d'après feuille 564p du plan cadastral 1:10 000 :

--- 1845 et étendues maximales antérieures des temps modernes (vers. 1600 et 1820)
 (trait entier : moraine marginale persistante)

--- 1896 moraine frontale, partiellement érodée

--- 1924 moraine frontale, partiellement érodée

--- 1938 étendue de la langue lors du levé aérophotogrammétrique au mois d'août.

états du glacier d'après levés aérophotogrammétriques de l'Université de Glasgow :

--- 1956 étendue de la langue le 15 septembre

--- 1960 étendue de la langue le 29 septembre

--- 1971 étendue de la langue le 10 août

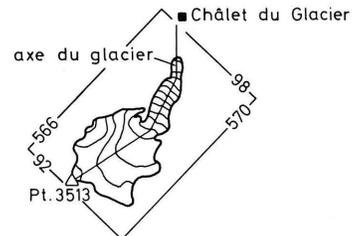


Tableau 9. Variation de longueur du glacier du Trient 1878-1973 d'après les mesures de la Commission des glaciers de la SHSN.

Année	Variation depuis 1878 en m		Année	Variation depuis 1878 en m		Année	Variation depuis 1878 en m		Année	Variation depuis 1878 en m	
	rapports de la commission 1)	J. Guex (1929) 2)		rapports de la commission 1)	J. Guex (1929) 2)		rapports de la commission 1)			rapports de la commission 1)	VAW/EPFZ 5)
1879	+ 17.5	+ 20	1904	+ 128.5	+ 144.5	1929	+ 92		1954	- 381.5	
1880	+ 31	+ 35	1905	+ 104.5	+ 120.5	1930	+ 75		1955	- 435.5	
1881	+ 22.5	+ 28	1906	+ 86.5	+ 102.5	1931	+ 58.5		1956	- 455.5	- 530 6)
1882	+ 26.5	+ 31	1907	+ 65.5	+ 81.5	1932	+ 48.5		1957	- 492.5	- 550.5 7)
1883	+ 36.5	+ 41	1908	+ 38.5	+ 54	1933	+ 32.5		1958	- 535.5	- 535.8 7)
1884	+ 46.5	+ 51	1909	+ 24	+ 39.5	1934	+ 7.5		1959	- 515.5	- 527.5 7)
1885	+ 58.5	+ 63	1910	+ 17	+ 32.5	1935	- 12.5		1960	- 501.5	- 510.2 7)
1886	+ 78	+ 83	1911	+ 1	+ 16.5	1936	- 32.5		1961	- 527.6	- 536.3
1887	+ 97.5	+ 105	1912	- 15.5 4)	0	1937	- 44.5		1962	- 498.1	- 506.8
1888	+ 117.5	+ 125	1913	- 26	- 16	1938	- 69.5		1963	- 475.1	- 483.8
1889	+ 128.5	+ 137	1914	- 34	- 24	1939	- 84		1964	- 457.0	- 465.7
1890	+ 141	+ 151	1915	- 34	- 24	1940	- 103		1965	- 448.9	- 457.6
1891	+ 158	+ 167	1916	- 19	- 9	1941	- 109		1966	- 425.2	- 433.9
1892	+ 173	+ 186	1917	+ 7	+ 17	1942	- 115		1967	- 398.0	- 406.7
1893	+ 185	+ 201	1918	+ 34	+ 44	1943	- 112		1968	- 374.2	- 382.9
1894	+ 193	+ 209	1919	+ 65	+ 75	1944	- 115		1969	- 359.1	- 367.8
1895	+ 195	+ 211	1920	+ 89	+ 99	1945	- 130		1970	- 334.1	- 342.8
1896	+ 195	+ 211	1921	+ 109	+ 119	1946	- 146		1971	- 312.3	- 321.0
1897	+ 194	+ 210	1922	+ 115	+ 125	1947	- 163		1972	- 297.9	- 306.6
1898	+ 181	+ 197	1923	+ 115	+ 126	1948	- 178		1973	- 275.4	- 284.1
1899	3)	+ 190	1924	+ 115	+ 127	1949	- 206				
1900	3)	+ 184	1925	+ 110	+ 122	1950	- 232				
1901	3)	+ 177	1926	+ 104	+ 166	1951	- 268				
1902	3)	+ 172	1927	+ 102	+ 114	1952	- 311				
1903	+ 146.5	+ 162.5	1928	+ 97	+ 109	1953	- 345.5				

Remarques au tableau 9

- 1) Somme des valeurs publiées dans les rapports de la Commission des glaciers. Pour les années à mesures sur plusieurs lignes on a considéré la moyenne.
- 2) Les sommes publiées dans le rapport "Au glacier du Trient 1878-1928" par J. Guex (1929) ne comprennent (probablement) que les valeurs mesurées à l'axe médian du glacier.
- 3) Le rapport de cette année ne contient pas de données numériques. La valeur de -34.5 m publiée en 1903 comprend les années 1898 - 1903.
- 4) La valeur numérique manquante dans le 33ème rapport a été complétée par le rapport de J. Guex.
- 5) En rapport avec des études hydroglaciologiques pour les Forces Motrices d'Emosson, le glacier a été relevé par aérophotogrammétrie en 1956 par le bureau K. Weissmann, le front du glacier par mensurations terrestres de 1957 à 1960 par les VAW/EPFZ. Les valeurs moyennes des variations de longueur des années 1956/57 à 1959/60 qui ont été déterminées par planimétrie et n'ont jamais été publiées jusqu'ici sont présentées ci-dessous (v. remarque 7). Depuis 1961 les mesures ont été poursuivies de manière analogue par P. Mercier à Tolochenaz et J. Penis (†). Les données antérieures ont été obtenues par des mesures sur 1 à 5 lignes répétées avec une régularité et une persistance exemplaires par trois générations de la famille Guex à Vevey; c'est à elles que nous devons la série complète de 1878 à 1958, ainsi que des données pour les années 1871/72 et 1959/60. En 1959, les mesures ont été faites par P. Mercier.
- 6) Valeur moyenne du tableau 8 obtenue par comparaison des levés topographiques.
- 7) Variation moyenne de longueur de 1956 à 1960 d'après les mensurations des VAW/EPFZ:

1956/57	- 20.5 m
1957/58	+ 14.7 m
1958/59	+ 8.3 m
1959/60	+ 17.3 m

Les écarts avec les résultats des mesures de distance publiés par la Commission des glaciers résultent essentiellement des irrégularités considérables dans la géométrie et le déplacement du front glaciaire.

3.3. Illustrations photographiques

Légendes

1. Front du Glacier du Trient le 11 juin 1971. La figure montre la partie moyenne du front visible dans toute sa largeur sur la figure 3. Le portail de la figure 2 se situe sur le bord gauche. Au premier plan se trouve de la neige d'avalanches que recouvre le glacier (voir aussi fig. 2). La moraine qui, les années précédentes, entourait le front (v. fig. 111 du 85e rapport) n'est plus visible que par endroits (p.ex. sur la gauche), car elle a littéralement disparu sous la glace.
2. Portail du Glacier du Trient le 11 juin 1971. L'absence d'une voûte ouverte au-dessus du torrent est typique pour un glacier en crue. La couche la plus basse, en forme de lentille, s'élevant jusqu'à hauteur de poitrine de la personne aux vêtements sombres, limitée de côté par les personnes aux pantalons foncés et blouses claires, est formée de neige d'avalanches ou de névé chevauchée par le glacier.
3. Langue du Glacier du Trient en crue le 11 juin 1971. Depuis 1958, le glacier a progressé continuellement, sauf en 1960/61 où il a regressé. La photo montre nettement la forme de patte de la langue, typique pour les glaciers actifs en crue et qui résulte du fort bombement de la tête et des crevasses radiales du front abrupt. Le demi-cercle indique la position du portail montré sur la figure 2.

Clichés 1 - 3 : Peter Kasser, VAW/EPF, Zurich.

4. Langue du Glacier inférieur de Grindelwald le 3 septembre 1971. Cette portion de la prise de vue verticale No.4423 de L+T montre la partie antérieure de la langue actuellement encore en recul (=Unteres Eismeer), ainsi que la partie inférieure de ses glaciers affluents : Oberes Eismeer (en haut à gauche) et Glacier de Fiesch (en haut à droite) qui se réunissent au Zäsenberg. Leurs bords nettement bombés et crevassés, particulièrement visibles sur le Glacier de Fiesch, sont les signes d'une avance qui ne se manifeste pas encore à la langue terminale. Le cercle et la flèche près de la lettre A indiquent l'emplacement d'où a été prise la vue de la figure 5. La lettre B désigne la position de la fin du glacier; C indique les cônes de débris tombés du Kallifirn par le couloir "Schlosslouinen" sur le glacier inférieur, et bien visibles sur la figure 5. A gauche, les cabanes et murs de Bäregg et de Stieregg avec le sentier menant à Schwarzberg et Strahlegg.
5. Langue terminale du Glacier inférieur de Grindelwald le 31 octobre 1971, prise du point 1967 de la Commission des glaciers (A sur la fig. 4). En haut à droite et dans la gorge, cônes de débris issus de "Schlosslouinen". En haut à gauche, les séracs du Glacier de Fiesch entourant la "Heisse Platte", encore visible au haut de la figure 4, à droite.

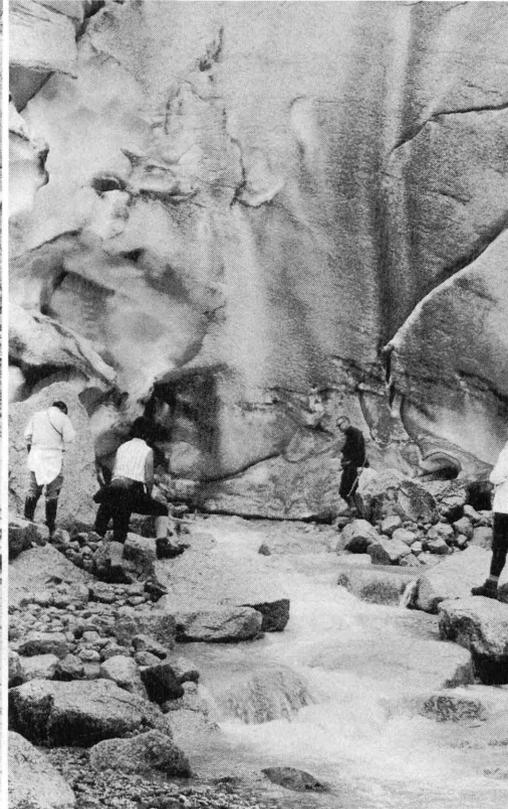
Clichés Hans Boss, Zweilütschinen.

6. L'Ammertengletscher le 19 septembre 1971, pris de l'Ammertenspitz (2613.4 m). La photo montre la partie orientale du glacier qui, descendant du Grosstobel (3242.6 m), s'écoule entre l'Ammertengrat (à gauche) et l'Ammertenhorn (2666 m, juste en dehors de la marge de droite) dans l'Ammertental. Il faut remarquer en particulier la langue abondamment recouverte de pierrailles ainsi que l'éventail de moraines déposées par le glacier lors de ses avances historiques (en bas à gauche).

Cliché Erwin Hodel, Gsteigwiler.



1



2

3









3.4. Bilans de masse

Tous les glaciers cités dans le tableau 10 ont subi de notables pertes de masse qui comptent parmi les plus fortes des douze dernières années et qui ont sensiblement réduit les gains (modestes ou moyens) de 1965 à 1970, voire totalement au Gries et au Limmern. Au Glacier de Gries, on a noté, avec -1069 millimètres de hauteur d'eau, la plus forte perte depuis le début des mesures en 1961; en 1960/61, le déficit avait été aussi important (- 1068 mm), mais lors des autres années déficitaires, même en 1963/64, la perte avait été plus faible. Le plus grand déficit spécifique a été mesuré

Tableau 10. Bilans annuels de masse de quelques glaciers.

Glacier	Années de bilan	Surfaces glaciaires km ²	Bilans totaux B _a 1)	Bilans spécifiques b _a	Ligne d'équilibre m s. m.
			10 ³ m ³ de glace	kg/m ² 2)	
3 Gries	11.10.68- 7.10.69	6.38 3)	+ 1907	+ 269	2740
	7.10.69-12.10.70	6.38 3)	- 3678 4)	- 519 4)	3040
	12.10.70- 9.10.71	6.30 5)	- 7483 4)	- 1069 4)	3080
5 et 6 Aletsch	1.10.68-30. 9.69	123.71 6)	+ 44125	+ 321	
	1.10.69-30. 9.70	123.26 7)	- 17696	- 129	
	1.10.70-30. 9.71	122.64 8)	- 99018 9)	- 727 9)	
78 Limmern	9. 9.68- 5. 9.69	3.29 10)	- 512	- 140	2740
	5. 9.69- 6. 9.70	3.29 10)	- 578 4)	- 158 4)	2820
	6. 9.70-11. 9.71	3.29 10)	- 4884 4)	- 1336 4)	2930
90 Silvretta	24. 9.68-25. 9.69	3.33 11)	- 1088	- 294	2800
	25. 9.69-26. 9.70	3.33 11)	+ 266 4)	+ 72 4)	2730
	26. 9.70-24. 9.71	3.33 11)	- 3282 4)	- 887 4)	2880

1) En admettant une densité de la glace de 0.9 g/cm³.

2) 1 kg/m² correspond à 1 millimètre d'eau.

3) Surface du 1er septembre 1967.

4) Déterminés par intégration des zones à bilans spécifiques égaux. Les valeurs pour 1968/69 ont été calculées en admettant une relation empirique de l'altitude et de l'accumulation, resp. l'ablation nette. Les valeurs correspondantes pour 1969/70 et 1970/71 sont les suivantes:

	B _a 10 ³ m ³ Eis		b _a kg/m ²	
	1969/70	1970/71	1969/70	1970/71
Gries	- 3 332	- 7 343	- 470	- 1 049
Limmern	- 728	- 5 037	- 199	- 1 378
Silvretta	+ 278	- 3 356	+ 75	- 907

5) Surface estimée pour le 9 octobre 1971.

6) Surface estimée pour le 13 sept. 1969.

7) Surface estimée pour le 11 sept. 1970.

8) Surface estimée pour le 11 sept. 1971.

9) Déterminés selon la méthode hydrologique avec des dates provisoires pour l'écoulement.

10) Surface du 11 septembre 1959.

11) Surface du 2 octobre 1956.

au Glacier de Limmern tant durant l'année du rapport (- 1336 mm) qu'en l'année pauvre 1963/64 avec - 1833 millimètres; le Glacier d'Aletsch, en revanche, a présenté les plus petits déficits avec - 727 mm en 1970/71 (resp. - 1293 mm en 1963/64), tandis que le Glacier de la Silvretta occupe un rang intermédiaire avec - 887 millimètres (resp. - 1495 mm). Pour ce dernier glacier aussi en 1962/63 (- 1022 mm) la perte fut plus forte qu'en 1970/71. D'après A. Flotron, les glaciers de l'Aar doivent avoir subi une perte de masse importante, car tous les profils de surface ont montré une nette diminution d'épaisseur, l'abaissement des profils variant de 0.9 à 3.4 mètres. Le bilan, établi pour la langue terminale seule, a donné - 29.2 millions de m³, une perte qui dépasse de 40% la moyenne pluriannuelle.

Tableau 11. Glacier de Gries. Bilan spécifique moyen de masse 1970/71 par échelons d'altitude de 100 m. Année de bilan: 12. 10. 1970 - 9. 10. 1971.

Echelons d'altitude	Surface	Bilan de masse	Bilan spéci- fique moyen de masse
m sur mer	km ²	10 ⁶ m ³ d'eau	kg/m ²
3400 - 3300	0.009	+ 0.002	+ 222
3300 - 3200	0.134	+ 0.018	+ 134
3200 - 3100	0.502	+ 0.003	+ 6
3100 - 3000	1.574	- 0.442	- 281
3000 - 2900	0.995	- 0.536	- 539
2900 - 2800	0.715	- 0.588	- 822
2800 - 2700	0.570	- 0.697	- 1 223
2700 - 2600	0.978	- 2.105	- 2 152
2600 - 2500	0.575	- 1.456	- 2 532
2500 - 2400	0.248	- 0.935 2)	- 3 770
3400 - 2400	6.300	- 6.736	- 1 069

- 1) Valeurs corrigées pour la date du 1. 9. 1967 en tenant compte des pertes de surface survenues à la partie terminale de la langue jusqu'au 9. 10. 1971.
- 2) Y compris la partie terminale de la langue fondue en contact avec le lac artificiel.

Figure 7

GLACIER DE GRIES

Bilan de masse en 1970/71

Bassin versant du lac $S = 10,18 \text{ km}^2$
 Partie englacée du bassin $G = 6,30 \text{ km}^2$ (9.10.1971) $\frac{G}{S} = 61.9\%$
 Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
 du 12.10.1970 – 9.10.1971 = -1069 kgm^{-2}
 Altitude de la ligne d'équilibre, le 9.10.1971 = 3080 m.s.mer
 Variation du front du 18.10.1970 au 13.10.1971 = $-18,6 \text{ m}$

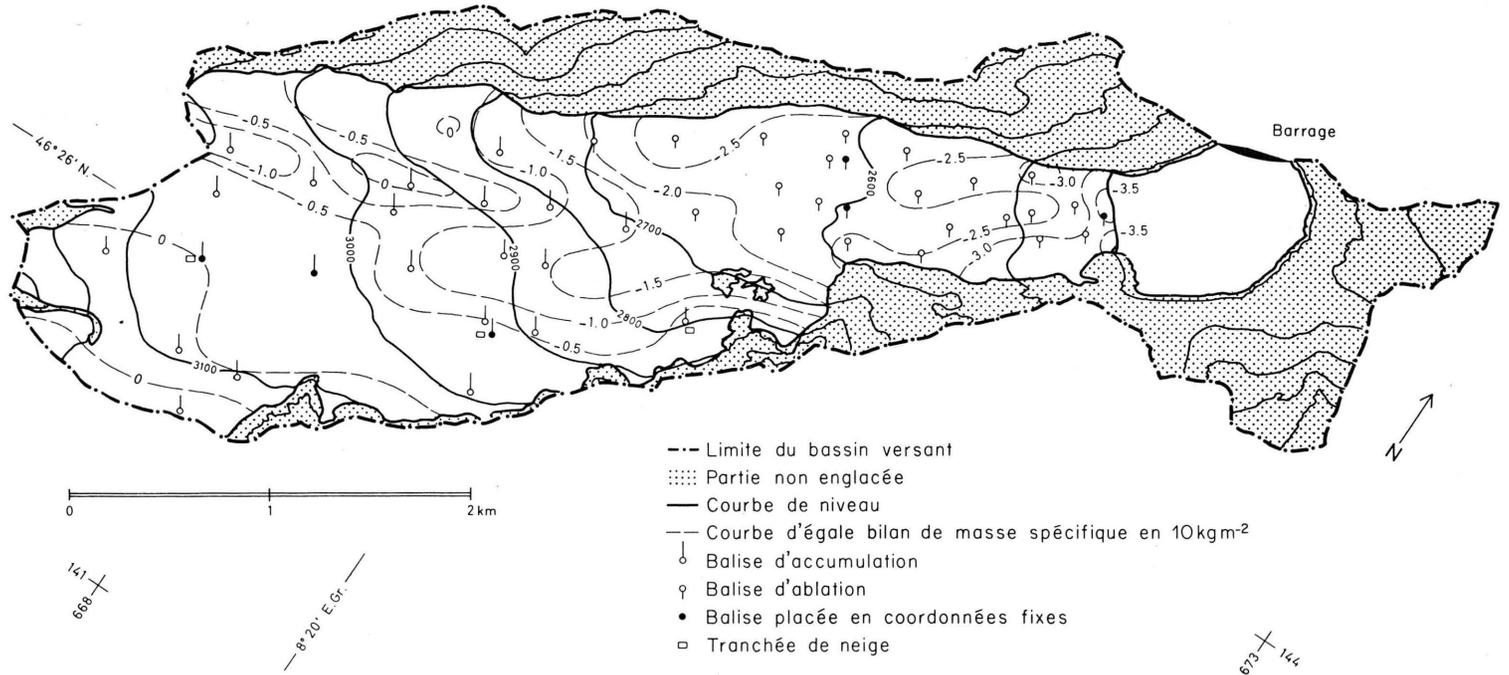


Tableau 12. Glaciers de Limmern et de Plattalva. Bilan spécifique moyen de masse 1970/71 par échelons d'altitude de 100 m.

Année de bilan: 6. 9. 1970-11. 9. 1971.

Echelons d'altitude	Surface 1)	Bilan de masse	Bilan spéci- fique moyen de masse
m sur mer	km ²	10 ⁶ m ³ d'eau	kg/m ²
3400 - 3300	0.060	+ 0.013	+ 217
3300 - 3200	0.034	+ 0.007	+ 206
3200 - 3100	0.012	+ 0.003	+ 250
3100 - 3000	0.083	+ 0.001	+ 12
3000 - 2900	0.275	- 0.134	- 487
2900 - 2800	0.561	- 0.359	- 640
2800 - 2700	0.955	- 1.285	- 1 346
2700 - 2600	0.542	- 0.953	- 1 758
2600 - 2500	0.245	- 0.474	- 1 935
2500 - 2400	0.208	- 0.518	- 2 490
2400 - 2300	0.130	- 0.334	- 2 569
2300 - 2200	0.133	- 0.272	- 2 045
2200 - 2100	0.052	- 0.091	- 1 750
3400 - 2100	3.290	- 4.396	- 1 336

- 1) Valeurs corrigées pour la date du 11. 9. 59 sans tenir compte des pertes de la surface ultérieures à cette date.

Tableau 13. Glacier de la Silvretta. Bilan spécifique moyen de masse 1970/71 par échelons d'altitude de 100 m.

Année de bilan: 26. 9. 1970 - 24. 9. 1971.

Echelons d'altitude	Surface 1)	Bilan de masse	Bilan spéci- fique moyen de masse
m sur mer	km ²	10 ⁶ m ³ d'eau	kg/m ²
3100 - 3000	0.256	+ 0.143	+ 559
3000 - 2900	0.591	+ 0.077	+ 130
2900 - 2800	0.632	- 0.199	- 315
2800 - 2700	0.840	- 0.682	- 812
2700 - 2600	0.538	- 0.804	- 1 494
2600 - 2500	0.369	- 1.015	- 2 751
2500 - 2400	0.104	- 0.474	- 4 558
3100 - 2400	3.330	- 2.954	- 887

- 1) Valeurs corrigées pour la date du 2. 10. 1956 sans tenir compte des pertes de surface ultérieures à cette date.

Figure 8

GLACIER DE LIMMERN ET DE PLATTALVA

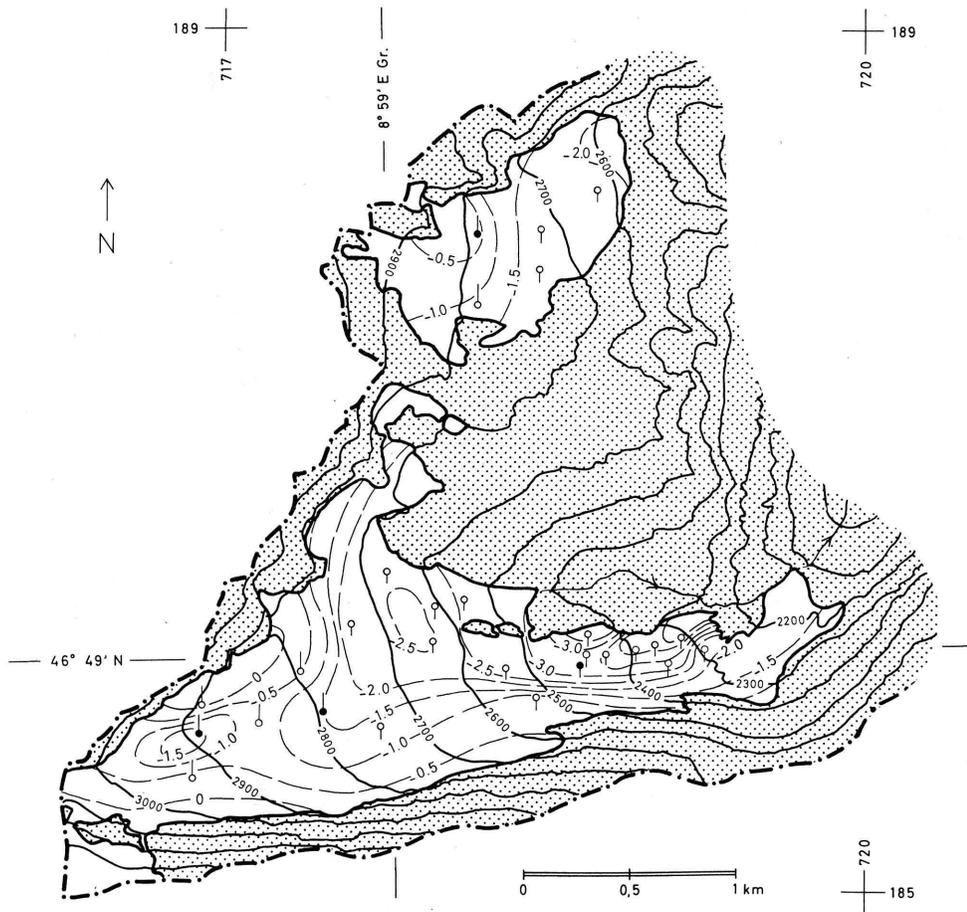
Bilan de masse en 1970/71

Surface des deux glaciers $G = 3.29 \text{ km}^2$ (le 11.9.1959)

Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
du 6.9.1970 – 11.9.1971 = -1336 kg m^{-2}

Altitude de la ligne d'équilibre, le 9.9.1971 = 2930m.s.mer

Variation du front: glacier de Limmern du 2.9.1970 – 13.9.1971 = $-10,8 \text{ m}$
glacier de Plattalva du 10.9.1970 – 9.9.1971 = $-9,4 \text{ m}$



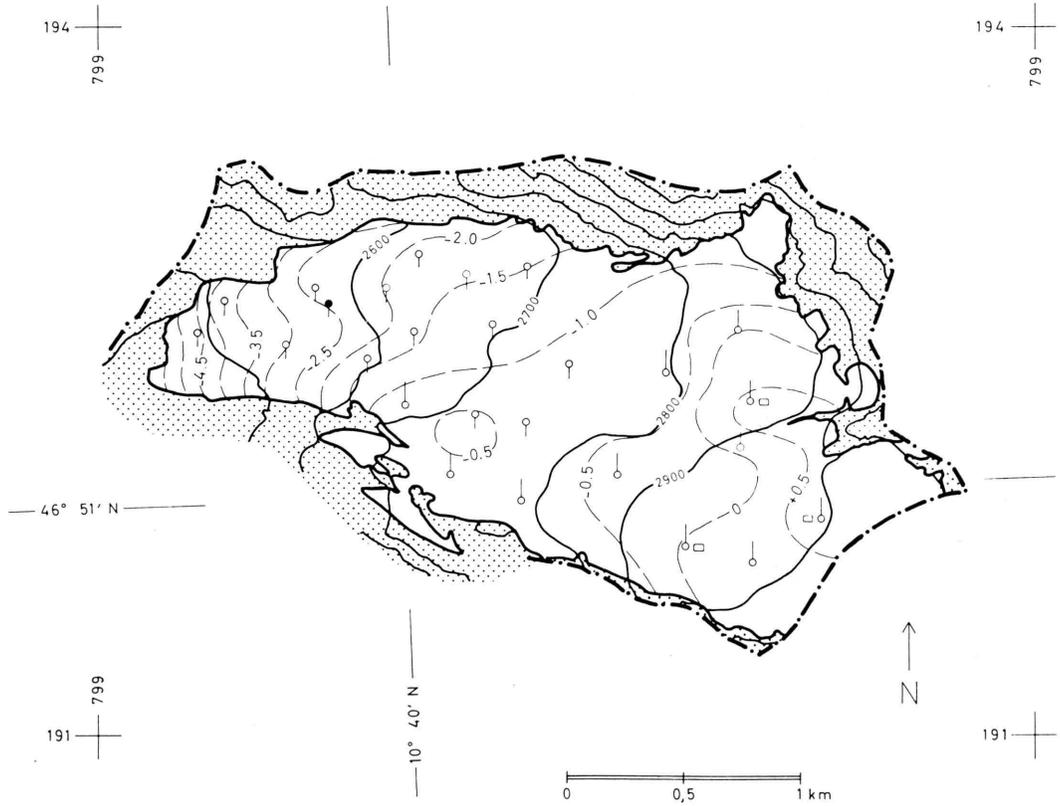
- Limite du bassin versant
- ▨ Partie non englacée
- Courbe de niveau
- - - Courbe d'égale bilan de masse spécifique en 10 kg m^{-2}
- Balise d'accumulation
- ⊖ Balise d'ablation
- Balise placée en coordonnées fixes

Figure 9

GLACIER DE SILVRETTA

Bilan de masse en 1970/1971

Surface du glacier $G = 3,33 \text{ km}^2$ (le 2.10.1956)
Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
du 26.9.1970 – 24.9.1971 = -887 kg m^{-2}
Altitude de la ligne d'équilibre, le 23.9.1971 = 2880 m.s.mer
Variation du front du 24.9.1970 – 23.9.1971 = -8.4 m



- Limite du bassin versant
- Partie non englacée
- Courbe de niveau
- - - Courbe d'égale bilan de masse spécifique en 10 kg m^{-2}
- Balise d'accumulation
- ⊗ Balise d'ablation
- Balise placée en coordonnées fixes
- Tranchée de neige

Tableau 14. Accumulation hivernale, bilan spécifique annuel et variation du niveau de la surface glaciaire en points choisis de différents glaciers en 1970/71.

Glacier	Altitude	h_{\max} 1)	(b) 1)	b_a^* 2)	(b_a) 2)	ΔH en m 3)
Point	m s.m.	en cm (période)	en g/cm ²	en cm (période)	en g/cm ²	(période)
3 Gries 4), 8)						
Balise I	3050			- 5 (+ 2) (15.10.70- 7.10.71)		- 1.1 (14.10.70- 7.10.71)
Balise II	3020			- 53 (- 27) (15.10.70- 7.10.71)		- 1.4 (14.10.70- 7.10.71)
Balise III	2920			- 83 (- 46) (16.10.70- 8.10.71)		- 1.3 (15.10.70- 8.10.71)
Balise IV	2600			- 246 (-216) (12.10.70- 5.10.71)		- 1.1 (13.10.70-12.10.71)
Balise V	2600			- 249 (-218) (12.10.70- 5.10.71)		- 0.9 (13.10.70-12.10.71)
5 Grosser Aletsch						
Jungfraujoch EGIG 5), 9)	3472			+ 140 (1.10.70-27.10.71)		
Jungfraufirn P5 4),10)	3500	515 (8. 9.70- 7. 7.71)		+ 446 (+222) (8. 9.70-10. 9.71)		- 1.38 (13. 9.70-12. 9.71)
Jungfraufirn P3 4), 10), 12)	3350	352 (12. 9.70- 7. 7.71)		+ 242 (+121) (12. 9.70-13. 9.71)		- 1.15 (12. 9.70-13. 9.71)
Jungfraufirn P9 4), 10)	2930	275 (20. 9.70-12. 4.71)		- 40 (20. 9.70-14. 9.71)		
Ewigschneefeld P11 4), 10)	3450	440 (14. 9.70-24. 7.71)		+ 392 (+199) (14. 9.70-16. 9.71)		- 1.14 (14. 9.70-17. 9.71)
Ewigschneefeld P13 4), 11)	3260	235 (17. 9.70-17. 3.71)		+ 65 (+ 27) (17. 9.70-18. 9.71)		- 1.18 17. 9.70-18. 9.71)
11 Allalin 4), 13)						
Balise A VII	3237			- 140 (-126) (23. 9.70-22. 9.71)		- 0.84 (23. 9.70-22. 9.71)
Pegel A	2861			- 209 (-188) (24. 9.70-23. 9.71)		- 0.43 (24. 9.70-23. 9.71)
Balise B	2860			- 211 (-190) (24. 9.70-23. 9.71)		- 1.07 (24. 9.70-23. 9.71)
Balise C	2862			- 179 (-161) (24. 9.70-23. 9.71)		- 0.52 (24. 9.70-23. 9.71)
Balise D	2875			- 299 (-269) (24. 9.70-23. 9.71)		- 0.42 (24. 9.70-23. 9.71)
Balise E	2895			- 262 (-236) (24. 9.70-23. 9.71)		- 0.63 (24. 9.70-23. 9.71)

Tableau 14. Continuation

Glacier Point	Altitude m s.m.	h_{\max} 1) en cm (période)	(b) 1) en g/cm ² (période)	b_a^* 2) en cm (période)	(b_a) 2) en g/cm ² (période)	ΔH en m 3) (période)
<u>37 Giétro</u> 4), 14)						
Balise P1	3320			0 (13. 8.70-18. 9.71)		- 1.66 (13. 8.70-18. 9.71)
Balise P2	3270			- 35 (13. 8.70-18. 9.71)		- 1.53 (13. 8.70-18. 9.71)
Balise P3	3210			- 135 (13. 8.70-18. 9.71)		- 2.13 (13. 8.70-18. 9.71)
<u>78 Limmern</u> 4)						
Balise III 15)	2900			- 198 (6. 9.70- 7. 9.71)	(-158)	- 1.0 (7. 9.70- 6. 9.71)
Balise II 16)	2800			- 190 (8. 9.70- 7. 9.71)	(-133)	- 1.2 (7. 9.70- 6. 9.71)
Balise I 17)	2450			- 357 (3. 9.70-11. 9.71)	(-315)	- 1.1 (3. 9.70- 5. 9.71)
<u>Plattalva</u> 4)						
Balise IV 18)	2800			- 55 (9. 9.70- 8. 9.71)	(-109)	- 1.5 (9. 9.70- 8. 9.71)
<u>Clariden</u> 6), 19)						
Balise supérieure 20)	2900	417 (24. 9.70-24. 6.71)	(229)	+ 190 (24. 9.70-27. 9.71)	(+112)	- 0.8 (22. 9.70-27. 9.71)
Balise inférieure 21)	2700	372 (22. 9.70-11. 4.71)		- 51 (22. 9.70-27. 9.71)		- 1.6 (22. 9.70-27. 9.71)
Nivomètre cabane	2440	240 (24. 9.70-11. 4.71)				
<u>90 Silvretta</u>						
Balise SLF 7), 22)	2750	262 (30. 9.70-12. 5.71)	(111) 23)	24)		
Balise AHG 4), 25)	2570			- 246 (26. 9.70-23. 9.71)	(-221)	- 1.0 (23. 9.70-22. 9.71)
Terrain en aval du glacier SLF 7)	2460	191 (30. 9.70-11. 5.71)	(95)			

Explication des rubriques du tableau

- 1) h_{\max} = hauteur de neige maximum en fin d'hiver, en cm.
 b = valeur en eau correspondante en g/cm^2 .
période = intervalle de temps pendant lequel la couche de neige s'est formée.
- 2) b_a^* = accumulation ou ablation en cm d'épaisseur déterminées à la fin de l'année du bilan aux balises ou par sondages, rapportées à la surface au début de l'année du bilan.
 b_a = valeur en eau correspondante ou bilan spécifique de masse pour l'année indiquée sous "période", en g/cm^2 . Le bilan spécifique de masse b est la somme $b=c+a$ d'accumulation c et d'ablation a valable au point de mesure et pour la période indiquée; les valeurs de c doivent être introduites positives (gains de masse) et celles de a négatives (pertes de masse).
- 3) ΔH = changement d'épaisseur en mètres, synonyme au changement d'altitude de la surface glaciaire, déterminé par mensuration terrestre de points dont la position est définie par intersection de deux visées. Ces points fixes sont repérés chaque année et marqués par les nouvelles balises.

Sources de la documentation:

- 4) Mensurations par la section d'hydrologie et de glaciologie des VAW, annexés à l'EPF à Zurich:
Glacier de Gries pour le compte des Forces Motrices Aegina SA
Grand Glacier d'Aletsch en collaboration avec la Commission des glaciers de la SHSN
Glacier d'Allalin pour le compte des Forces Motrices de Mattmark SA
Glacier de Giétro pour le compte des Forces Motrices de Mauvoisin SA
Glacier de Limmern et de Plattalva pour le compte des Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse SA
- 5) Mensurations de la Commission des glaciers de la SHSN (R. Haefeli)
- 6) Mensurations de l'Institut suisse de météorologie à Zurich, tirées de A. Lemans: "Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten", 58ème rapport, Zurich 1971.
- 7) Mensurations de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches à Davos - Weissfluhjoch, tirées de A. Lemans: "Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten", 58ème rapport, Zurich 1971.

Remarques techniques concernant les mensurations du tableau 5

- 8) Concernant: 3, Gries: Dans le névé, aux points fixes des balises I, II et III, chaque automne on enfonce à 1.5 - 2 m des tubes d'aluminium de 6.5 m (diam. 35/32 mm) prolongés par bambous de 2.5 m. Dans la zone d'ablation les repères des points fixes sont constitués par les balises IV et V en tubes d'aluminium analogues aux précédents et qui sont enfoncés dans la glace à environ 4 m

de profondeur. La balise VI qui maintenant se trouve dans la zone des crevasses frontales (parallèles à la falaise) est devenue inaccessible et pour cette raison n'a plus été renouvelée. Au moment de la mesure il y avait de la neige fraîche à toutes les balises. Si on désigne par h_1 la hauteur de neige fraîche de 1970, par h_2 celle de 1971, par h_f resp. h_e l'épaisseur de la couche accumulée resp. de la couche enlevée par l'ablation rapportées à la surface de vieille neige de 1970 et par γ_1 , γ_2 et γ_f resp. γ_e les poids volumétriques correspondants, on a:

a) pour la zone du névé:

$$b_a^* = h_1 + h_f + h_2 \quad \text{et} \quad b_a = h_1 \cdot \gamma_1 + h_f \cdot \gamma_f + h_2 \cdot \gamma_2, \quad \text{où les valeurs pour } h_1 \text{ sont négatives, celles pour } h_f \text{ positives en cas d'accumulation, négatives en cas d'ablation.}$$

Alors pour: B I: $b_a = -75 \cdot 0.442 + 53 \cdot 0.550 + 18 \cdot 0.320 = + 2 \text{ cm d'eau}$

B II: $b_a = -55 \cdot 0.400 - 13 \cdot 0.700 + 15 \cdot 0.300 = - 27 \text{ cm d'eau}$

B III: $b_a = -49 \cdot 0.358 - 44 \cdot 0.700 + 10 \cdot 0.240 = - 46 \text{ cm d'eau}$

b) pour la zone d'ablation:

$$b_a^* = h_1 + h_e + h_2 \quad \text{et} \quad b_a = h_1 \cdot \gamma_1 + h_e \cdot \gamma_e + h_2 \cdot \gamma_2, \quad \text{où les valeurs représentant les couches fondues de neige } h_1 \text{ et de glace } h_e \text{ sont négatives.}$$

Alors pour: B IV: $b_a = -32 \cdot 0.407 - 232 \cdot 0.9 + 18 \cdot 0.342 = - 216 \text{ cm d'eau}$

B V: $b_a = -33 \cdot 0.407 - 234 \cdot 0.9 + 18 \cdot 0.342 = - 218 \text{ cm d'eau}$

Pour la couche de neige fraîche de 1970 auprès de la balise II on a tenu compte de la moyenne des poids volumétriques mesurés près des balises I et III. Pour les balises IV et V, on a pris la valeur observée entre les balises.

Concernant 5, Grosser Aletsch:

9) Valeurs intermédiaires observées à la balise EGIG au Jungfraujoch

Date	Hauteur de la balise au-dessus de la surface de la neige (m)	Hauteur de la neige (m)	Date	Hauteur de la balise au-dessus de la surface de la neige (m)	Hauteur de la neige (m)
18. 4.57	7.00	0.00	14. 4.71	2.50	9.80
1. 10.70	2.70	9.60	29. 4.71	2.00	10.30
15. 10.70	2.70	9.60	15. 5.71	2.00	10.30
30. 10.70	2.70	9.60	1. 6.71	1.90	10.40
12. 11.70	2.70	9.60	19. 6.71	1.70	10.60
29. 11.70	2.70	9.60	30. 6.71	1.00	11.30
15. 12.70	2.50	9.80	9. 7.71	0.80	11.50
24. 12.70	2.50	9.80	26. 7.71	1.10	11.20
4. 1.71	2.20	10.10	10. 8.71	1.10	11.20
19. 1.71	2.20	10.10	30. 8.71	1.10	11.20
6. 2.71	2.10	10.20	15. 9.71	0.90	11.40
18. 2.71	2.40	9.90	26. 9.71	1.20	11.10
1. 3.71	2.60	9.70	10. 10.71	1.30	11.00
15. 3.71	2.50	9.80	27. 10.71	1.30	11.00
29. 3.71	2.50	9.80			

- 10) Les balises P 5, P 3 et P 11 sont des perches de bois de 8 m enfoncées au point fixe d'environ 1.5 m dans le névé.
- 11) La balise P 13 est un tube de métal léger (diamètre 35/32 mm) enfoncé d'environ 1.5 à 2 m dans le névé.
- 12) La balise plantée en automne est devenue penchante. Pour cette raison on a placé une nouvelle balise (P3 - 70 - II) au point fixe en novembre. Après l'élimination des perches d'appui de la première balise en décembre, celle-ci s'est redressée. Les valeurs indiquées au tableau correspondent à la moyenne des résultats obtenues des deux balises I et II. Donc $h_{\max} = (h_{\max}^I + h_{\max}^{II})/2$ et $b_a^* = (b_a^{*I} + b_a^{*II})/2$. La déviation de la moyenne est de 22 cm pour h_{\max} et de 15 cm pour b_a^* .

Concernant 11, Allalin:

- 13) Toutes les balises sont remplacées chaque automne à environ + 0.1 m près de la position primitive: au point A VII un bambou enfoncé à 1 - 1.5 m, aux cinq points du profil transversale A à E des perches d'ablation enfoncées à 4 m dans la glace. ΔH est mesuré au point primitif, b_a^* et b_a à la balise qui se déplace avec le glacier. Au moment des mesures toutes les balises étaient libres de la neige: les valeurs indiquées du bilan spécifique correspondent entièrement à l'ablation de glace.

Concernant 37, Giétro:

- 14) Comme balises des tubes de métal léger de 35/32 mm de diamètre et de 6.5 m de longueur sont enfoncés dans les points fixes à 1.5 - 2 m dans le névé. Des dates supplémentaires sont présentées au chapitre 3.5.1.

Concernant 78, Limmern et Plattalva:

- 15) Ablation de névé: poids volumétrique supposé 0.8 g/cm³
- 16) Ablation de névé: poids volumétrique supposé 0.7 g/cm³
- 17) Ablation de 347 cm de glace compacte (poids volumétrique 0.9 g/cm³) et de 10 cm de glace superposée (poids volumétrique 0.3 g/cm³):
 $b_a = -10 \cdot 0.3 - 347 \cdot 0.9 = - 315$ cm d'eau
- 18) Ablation de névé; poids volumétrique supposé 0.65 g/cm³. Le changement d'épaisseur (ΔH) a été déterminé comme précédemment à la balise P située 200 m environ au sud de la balise IV.

Concernant Clarides:

- 19) D'après A. Lemans, le maximum de la hauteur de neige a dû atteindre, en mars probablement, une valeur estimée de 475 cm à la balise supérieure et de 425 cm à la balise inférieure. Un deuxième maximum dont l'importance doit avoir été à peu près la même fut atteint après la mi-juin, quelques jours avant les mesures de printemps.
- 20) A la date des mesures le névé était couvert d'une couche de glace épaisse de 5 cm et d'une couche de neige fraîche épaisse de 11 cm. Durant l'année la balise s'est déplacée de 13.9 m en di-

rection estnorddest. Avec 1.9 m l'accumulation nette était décidément trop faible pour maintenir stationnaire le niveau de la surface du névé, ce qui selon les observations faites exigeait une accumulation nette de 3 m environ.

- 21) A la balise inférieure non seulement la neige accumulée durant l'année mais encore une bonne partie du névé a fondu. La limite du névé s'est retirée vers 2750 m s. m. ; au plateau inférieur la glace était entièrement découverte. La balise s'est déplacée de 2.9 m en direction sudest. Pour maintenir la surface du glacier à un niveau stationnaire à cet endroit il faudrait une accumulation nette de 1.5 m environ.

Concernant 90, Silvretta:

- 22) Durant l'année la balise s'est déplacée de 9.0 m en direction sudest.
- 23) seule valeur intermédiaire mesurée.
- 24) Outre la neige accumulée durant l'année des couches anciennes du névé ont fondu de sorte que l'ocre (utilisée à marquer la surface) de plusieurs années et une vieille balise ont reparu. La balise de 1970 étant sortie de la glace et tombée avant la date des mesures on n'a pu déterminer la valeur exacte de l'ablation. La limite du névé remontait jusqu'à 2850 m s. m. Une accumulation nette de 70 cm a été mesurée à 2850 m s. m. ; à 3000 m s. m., près du col de la Silvretta, elle a été de 150 cm.
- 25) Les valeurs de b_a^* et de b_a ont été obtenues à la balise E, située au sudest de la balise AHG à une distance de 80 m.

3.5. Mensurations à différents glaciers du Val de Bagnes.

Dans les tableaux 15 à 20 et sur les figures 10 à 16 sont résumés les résultats des observations faites depuis 1966 sur quelques glaciers du bassin-versant de la retenue de Mauvoisin. Les mesures aux glaciers de Giétro et du Tournelon Blanc ont été faites par les VAW de l'EPFZ, celles au glacier de Corbassière par A. Mathier, géomètre à Montana (précédemment à Martigny), sur la demande des Forces Motrices de Mauvoisin S.A. (FMM). C'est le bureau Leupin à Berne qui a restitué les vues photogrammétriques; les sondages sismiques de l'été 1966 à Giétro ont été confiés à la maison Geotest à Berne.

3.5.1. Mensurations au glacier de Giétro.

Les tableaux regroupent essentiellement les résultats des mesures répétées chaque année sur le réseau de repères. La figure 10 et la liste ci-après renseignent sur la position des stations trigonométriques assurées au terrain par des tubes en acier servant comme pilier de mensuration. Dans la figure les points observés sur le glacier repérés par des balises et les profils levés par aérophoto-grammétrie sont également indiqués.

Station trigonomé- trique (avec pilier) No.	Coordonnées en mètres		Altitude en m s. m.	
	Y	X	H sol	H pilier
1	595 712.50	91 891.12	3437.40	3437.98
2	595 488.04	93 302.47	3314.40	3315.00
4	597 274.35	93 542.90	3333.60	3334.26
6	595 529.11	94 989.99	3118.79	3119.44
7	594 910.34	94 043.80	3094.54	3095.20
8	594 454.24	94 794.15	2939.75	2940.39
9	594 244.19	94 611.26	2813.20	2813.89
10	594 123.63	94 491.88	2725.75	2726.44
11	594 074.03	94 387.95	2667.34	2668.02
15	593 902.86	92 271.36	2553.59	2554.27

Dans la région du névé, les trois repères P 1, P 2, P 3, (tubes de métal léger de 6.5 m de long et de 35/32 mm de diamètre) sont ramenés chaque année à leurs positions initiales. Comparer également le tableau 4 du présent rapport, ainsi que le tableau 5 des 88ème - 90ème rapports.

Sur la terrasse supérieure de la langue (cf. fig. 4), dans la zone d'équilibre, on a planté à l'aide d'une foreuse hydrothermique dix perches de bois de 20 m de long dans un profil en long et dans un profil de travers en été 1966. A l'encontre des autres points de mesure, ces perches n'ont pas été ramenées à leur position initiale; quelques unes ont déjà disparu sous les amas d'avalanches en hiver 1966/67, d'autres ont été recouvertes de neige dans les années 1968 à 1970 et sont restées cachées à l'observation pendant quelques années. Dans les tableaux 15 à 17 figurent les données obtenues régulièrement aux repères B, C, G et H au milieu du glacier (cf. fig. 10). Il faut noter que ces données

reflètent non seulement les changements intervenus dans le temps, mais aussi les variations locales le long de l'axe du glacier.

Sur les terrasses moyenne et inférieure on a planté par forages hydrothermiques en 1966 et 1967 des perches de bois longues de 20 et de 30 m. Dans les années suivantes à peu près les mêmes points ont été marqués par des perches de 8 m de long (enfoncées par des forages mécaniques). Dans les tableaux 15 à 17 on a donné les valeurs déterminées pour mêmes (ou presque mêmes) points, de sorte que des variations locales dans les séries chronologiques de chaque repère sont largement éliminées.

Les résultats essentiels des sondages sismiques exécutés en été 1966 par la maison Geotest à Berne sur la terrasse supérieure de la langue sont présentés sur la figure 11. On y voit que dans cette partie du glacier la glace épaisse d'environ 150 m s'écoule dans un lit assez accidenté.

Sur la terrasse inférieure de la langue les VAW/EPFZ ont déterminé en 1967 l'épaisseur de la glace pour mieux connaître la forme et la pente de son lit à l'aide de 19 sondages pratiqués au moyen d'une foreuse hydrothermique à circulation fermée d'eau; certains forages ont atteint avec certitude le roc, les autres au moins la glace de fond mêlée de matériel morainique. Ces sondages dont les résultats sont représentés et interprétés dans les figures 12 et 13 montrent que la partie antérieure de la langue repose sur un lit creusé de replats et de rainures d'écoulement.

Les résultats des sondages ainsi que le levé aérophotogrammétrique de la surface le 5.6.67 servaient de base au calcul du volume de la partie terminale de la langue, limitée en amont par le profil inférieur. Les volumes du tableau 18 se rapportant aux autres années résultent des changements de volume déterminés à l'aide des plans levés annuellement à l'échelle 1:2000 (avec isohypses de 20 m). L'apport de glace calculé découle d'une estimation sûre de la masse écoulée au profil inférieur que l'on pouvait calculer grâce aux sondages de 1967, aux mensurations répétées de la surface et aux déplacements constatés chaque année. Les valeurs des pertes (indiquées sous "bilan" du tableau 18) ont été calculées en comparant par soustraction l'apport de glace et la variation de volume; elles correspondent à l'ablation, en remarquant qu'à côté de la fonte, de l'évaporation et de l'érosion, elles comprennent une masse de glace estimée à quelques 1000 ou 10 000 m³ par an, qui a été détachée de la langue par les éboulements.

Tableau 15. Glacier de Giétro 1966 - 1971. Variation du niveau de la surface glaciaire.

Point de mesures échelons d'altitude	Altitude m s. m.	variation annuelle en mètres					Somme 1966/71
		1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	
Zone d'accumulation:		Date des mesures:					
		7.9.66	5.9.67	16.9.68	12/18.8.69	13.8.70	18.9.71
P 1	3320	-0.8	+1.5	+0.3	+0.8	-1.6	+0.2
P 2	3265	-0.4	+0.8	+0.2	+0.7	-1.5	-0.2
P 3	3205	-0.6	+0.9	+0.7	+0.6	-2.1	-0.5
Zone d'ablation:		Date des mesures:					
Terrasse supérieure		7.9.66	6/7.9.67	14.9.68	18.8.69	28.9.70	19.9.71
B	3075	0	+1.5	+1.6	+0.4	-2.8	+0.7
C	3072	-0.5	+1.8	+1.8	0	-1.8	+1.3
Terrasse moyenne		Date des mesures:					
		7.9.66	7.9.67	14.9.68	25.9.69	29.9.70	18.9.71
M	2835	+0.6	-1.0	+0.6	+0.4	-1.9	-1.3
Terrasse inférieure		Date des mesures:					
		8.9.66	12.9.67	13.9.68	25/26.9.69	29.9.70	17.9.71
Q	2690	+0.4	+1.9	+0.3	+0.8	-0.2	+3.2
T	2672	+0.7	+1.1	+1.9	+1.0		
U	2650	+0.6	+2.4	+0.4	+1.6	+0.8	+5.8
V	2635	+1.2 2)	+1.4	+2.5	+2.6	-0.3	+7.4
profil longitudinal en échelons de 100 m 3):							
3000 - 3100							+3.6
2900 - 3000							+4.5
2800 - 2900							+3.1
2700 - 2800							+6.4
2600 - 2700							+8.8
2500 - 2600							+16.7
profils transversaux 3):							
profil supérieur		3035	4)				+3.8
profil moyen		2835	4)				+5.2
profil inférieur		2690	4)				+7.4

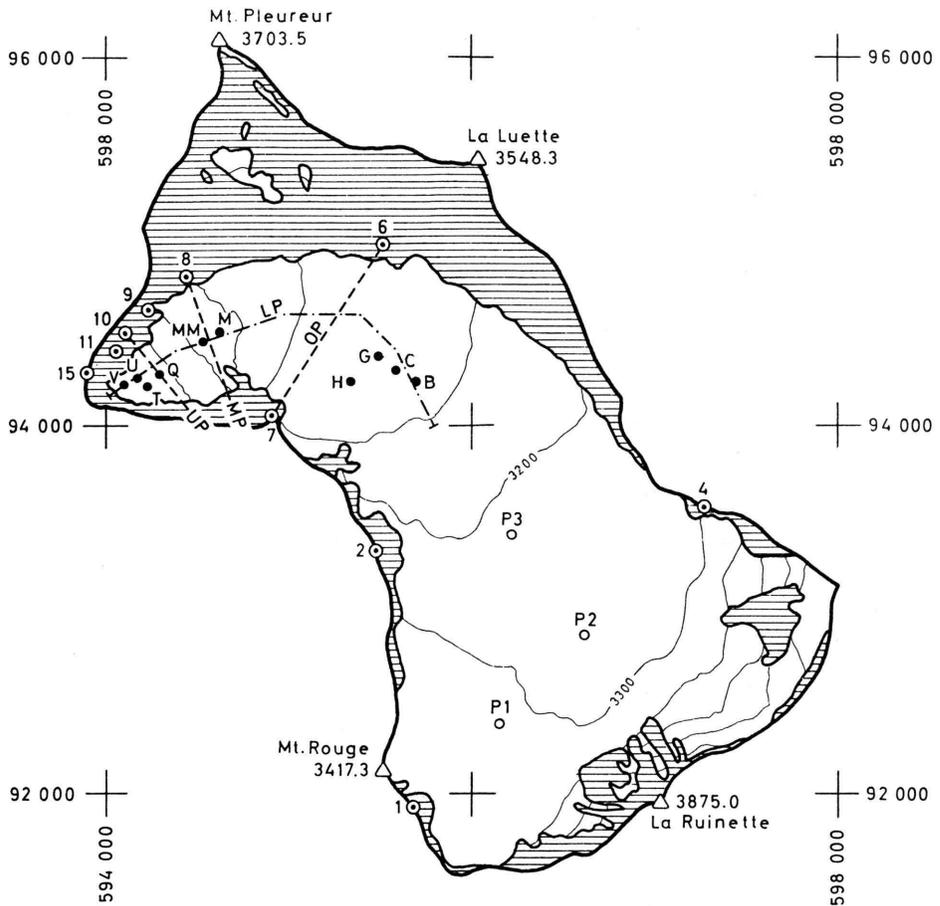
- 1) Les positions des points et des profils mesurés sont indiquées dans la figure 10.
- 2) Valeur interpolée.
- 3) Seule la valeur totale de la période 1966 a été déterminée par planimétrie.
- 4) La valeur indiquée se réfère au point de l'intersection avec le profil longitudinal.

Figure 10

Glacier de Giétro 1966-1971

Situation des stations trigonométriques, des balises et des profils.

Etat du 25 août 1964 (d'après carte nationale 1:25 000, feuille 1346)



- ⊙ Station trigonométrique avec pilier fixe (tuyau en acier; nos. 1, 2, 4, 6-11, 15).
 - balise d'accumulation remise chaque année à son point de départ (P1-P3)
 - balise d'ablation (B, C, G, H, M, MM, Q, T, U, V).
- Tracés des profils levés par aérophotogrammétrie:
- profils transversaux: OP=p.supérieur, MP=p.moyen, UP=p.inférieur
 - profil longitudinal

Tableau 16. Glacier de G  tro. Bilans spécifiques 1966/67 - 1970/71.

point mesuré	Altitude m s. m.	Bilan spécifique annuel de masse en cm					Moyenne 1966/71
		1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	
Zone d'accumulation:		Date des mesures:					
		7.9.66	5.9.67	16.9.68	12.8.69	13.8.70	16.9.71
P 1	3320	65	245	130	210	10	132
P 2	3265	85	205	145	210	25	134
P 3	3205	- 25	150	110	140	- 60	63
Zone d'ablation:		Date des mesures:					
Terrasse supérieure		1/3.9.66	5/6.9.67	14.9.68	12.8.69	28.9.70	18.9.71
B	3075	- 85	80	85	20	-260	- 32
C	3070	- 65	120	90	- 65	-250	- 34
G	3060	-100	90			-260	
H	3050	-200	- 90	- 30	- 40	-230	-118
Terrasse moyenne		Date des mesures:					
		4.9.66	6.9.67	13.9.68	25.9.69	29.9.70	17.9.71
M	2825	-315	-230	-175	-290	-390	-280
MM	2800		-255	-300	-230 1)	-445 2)	
Terrasse inférieure		Date des mesures:					
		8.9.66	2/8.9.67	13.9.68	25.9.69	29.9.70	17.9.71
R	2695	-425	-260	-460	-440	-470	-411
Q	2685	-395	-275	-380	-315	-420	-357
P	2680	-480	-390	-385	-390	-470	-423
T	2665	-480	-325	-360	-305 3)	-465 4)	
U	2635	-595	-500	-495	-455	-545 5)	-518 6)
V	2615		-465	-480	-330 1)		

1) Intervalle des mesures: 13.8.69 - 12.8.70.

2) Intervalle des mesures: 12.8.70 - 7.8.71.

3) Intervalle des mesures: 13.8.69 - 11.8.70.

4) Intervalle des mesures: 11.8.70 - 5.8.71.

5) Intervalle des mesures: 12.8.70 - 7.8.71.

6) Erreur estimée pour la période d'une année entière: \pm 15 cm au maximum.

Tableau 17. Glacier de Giétro 1966 - 1971. Vitesses mesurées près de l'axe médian du glacier.

point mesuré	Altitude m s. m.	Vitesse moyenne en m/an					Variation % 1966/71
		1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	
Zone d'accumulation:		Date des mesures:					
		7.9.66	5.9.67	16.9/13.8.68	12/18.8.69	13.8.70	6.8.71
P 1	3320	6.9	5.9	6.5	7.1	6.7	- 2.9
P 2	3265	14.8	12.1	12.9	13.1	12.8	-13.5
P 3	3205	21.5	18.5	20.2	19.9	19.7	- 8.4
Zone d'ablation:		Date des mesures:					
Terrasse supérieure		7.9.66	6/7.9.67	14.9.68	18.8.69	28/29.9.70	19.9.71
B	3075	35.3	34.0	37.0	36.3	36.7	+ 4.0
C	3070	34.6	34.2	37.8	38.1	40.4	+16.8
G	3060	36.8	37.6	44.2 2)		47.7	+29.6
H	3050	36.7	37.2	41.7	44.4	45.8	+24.8
Terrasse moyenne		Date des mesures:					
		7.9.66	7.9.67	14.9.68	25.9.69	29.9.70	18.9.71
M	2825	86.7	84.9	90.6	96.8	96.3	+11.1
		Date des mesures:					
			21.8.67	16.8.68	18.8.69	14.8.70	5.8.71
MM	2800		86.9	91.6	99.3	100.9	
Terrasse inférieure		Date des mesures:					
		8.9.66	12.9.67	13.9.68	25.9.69	29.9.70	5/7.8.71
Q	2685	56.5	56.9	59.9	65.3	68.8 3)	+21.8
T	2665	54.9	56.0	59.0	62.8 4)	69.0 5)	+25.7
U	2635	52.1	54.1	57.0	63.5	68.8 3)	+31.5
V	2615		46.4	50.3	56.2 6)	-	

- 1) Vitesse résultant des déplacements horizontaux et verticaux. En général pour les glaciers peu inclinés ou à pente uniforme la composante horizontale représente assez bien la variation locale de la vitesse effective; mais au cas du Glacier de Giétro qui a des changements de pente très prononcés, la vitesse effective est décidément mieux représentée par les chiffres du tableau.
- 2) Valeur moyenne pour 2 années.
- 3) Intervalle des mesures: 14.8.70 - 5./7. 71.
- 4) Intervalle des mesures: 15./16.8.69 - 14.8.70
- 5) Intervalle des mesures: 14.8.70 - 5.8.71.
- 6) Intervalle des mesures: 18.8.69 - 14.8.70.

Figure 11

Glacier de Giétro

Sondages sismiques sur le plateau à 3070 m s.m.
 exécutés par Geotest SA, Berne, au mois d'août 1966

Légende :

-  A_S disposition des géophones aux endroits A_S-C_S
-  cote des points de réflexion (m.s.m.)
-  courbes de niveau à la surface du glacier, équidistance 20m
-  courbes intermédiaires (10m)

-  bord du glacier
-  courbes de niveau au lit du glacier d'après les sondages sismiques, équidistance 20m
-  courbes intermédiaires (20m)
-  position des courbes de niveau incertaine

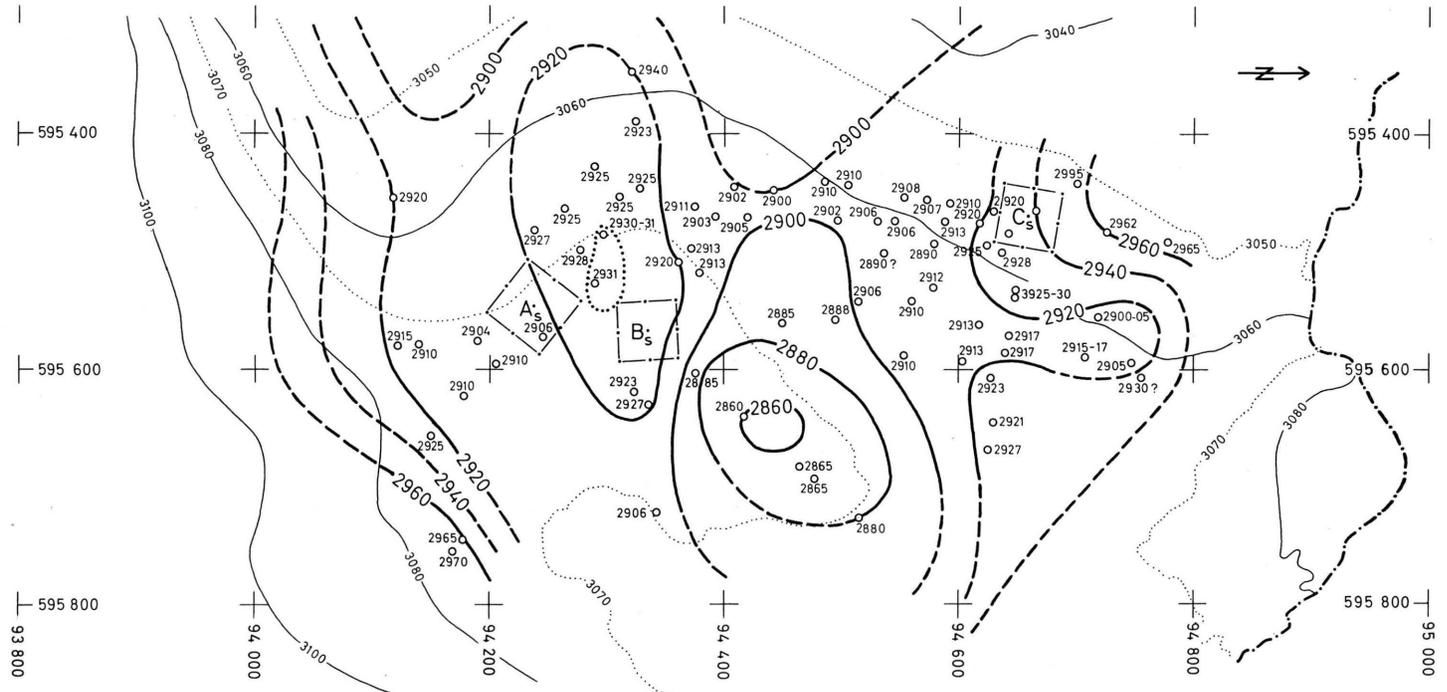


Tableau 18. Glacier de Giétro, 1966 - 1971

Dimensions et bilan de masse de la partie terminale de la langue en aval du profil transversal inférieur (env. 2700 m, cf. fig. 10), sans les cônes d'éboulis adjacents.

a) Valeurs absolues.

Dimensions Valeurs du bilan	Etat à la date du levé aérophotogrammétrique:					
	27.9.66	22.8.67	13.9.68	12.9.69	7.9.70	10.8.71
Dimensions :						
Longueur moyenne en mètres 1)	251.4	252.6	260.0	265.8	274.7	291.4
Surface en hectares 2)	8.07	8.22	8.45	9.23	9.54	10.25
Volume en millions de m ³ 3)	2.59	2.74	2.86	2.99	3.32	3.49
Epaisseur moy. de la glace (m) 4)	32.1	33.4	33.9	32.5	34.8	34.0
Valeurs du bilan:	Volume total depuis le 27.9.66 en millions de m ³ :					
Apport de glace 5)	0	0.62	1.40	2.26	3.19	4.10
Ablation 6)	0	0.47	1.13	1.86	2.46	3.20
Augmentation du volume 7)	0	0.15	0.27	0.40	0.73	0.90

- 1) Longueur moyenne dans la bande de référence de 260 m de large servant à déterminer la variation annuelle de longueur (cf. fig. 3).
- 2) Surface déterminée sur la base des plans de la langue établis chaque année à l'échelle 1 : 2000.
- 3) Estimation fondée sur les résultats des sondages de 1967 et des mensurations de surface annuelles; en 1967, calcul du volume total, pour les autres années, variation de volume d'après la formule du tronc de cône appliquée aux sections horizontales entre isohypses de 20 m.
- 4) Rapport du volume à la surface, le jour du contrôle.
- 5) Débit de glace dans le profil transversal inférieur. Estimation sur la base des résultats des sondages de 1967, des mensurations de surface annuelles et des mesures du mouvement au réseau de repères en adoptant la vitesse moyenne mesurée à la surface comme vitesse moyenne du débit.
- 6) Valeur calculée comme différence de l'apport de glace et du changement de volume.
- 7) Changement de volume calculé d'après la formule du tronc de cône, appliquée aux sections horizontales définies par les isohypses de 20 m du 27.9.66 et de la date indiquée.

Tableau 18. Continuation.

b) Variations annuelles.

Dimensions Valeurs du bilan	Variations durant la période:					Moyenne 1966/71
	1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	
<u>Dimensions:</u>	Variation absolue:					
Longueur moyenne en mètres	+ 1.2	+ 7.4	+ 5.8	+ 8.9	+ 16.7	+ 8.0
Surface en hectares	+ 0.15	+ 0.23	+ 0.78	+ 0.31	+ 0.71	+ 0.44
Volume en millions de m ³	+ 0.15	+ 0.12	+ 0.13	+ 0.33	+ 0.17	+ 0.18
Épaisseur moy. de la glace en m	+ 1.3	+ 0.5	- 1.4	+ 2.3	- 0.8	+ 0.38
<u>Valeurs du bilan:</u>	Volume échangé en millions de m ³ :					
Apport de glace	0.62	0.78	0.86	0.93	0.92	0.82
Ablation	0.47	0.66	0.73	0.60	0.75	0.64
<u>Bilan annuel:</u>	Valeur spécifique (épaisseur en cm/an):					2)
Apport de glace 3)	839	883	977	1003	1003	941
Ablation 4)	637	746	829	649	819	736
Augmentation de volume 5)	202	137	148	354	184	205

- 1) Intervalle de temps entre les dates des levés aérophotogrammétriques indiquées du tableau 18 a).
- 2) Valeurs du bilan calculées pour l'année complète (365 j.) et réparties sur la surface moyenne du début et de la fin de l'intervalle des mesures.
- 3) Les valeurs indiquées sont confirmées par des valeurs de comparaison mesurées aux balises et résultant des mouvements verticaux qui se montent à 4 - 6 m dans la partie centrale, à 8 - 14 m sur les bords de l'extrémité de la langue.
- 4) Les valeurs indiquées sont supérieures de 40% environ à celles qui ont été déterminées aux balises plantées au milieu du glacier sur les replats peu crevassés et plus commodes pour les mesures (cf. tableau 16).
- 5) Équivalent à la variation moyenne du niveau de la surface du glacier.

Figure 12

Glacier de Giétro

Topographie du lit du glacier au replat inférieur de la langue
d'après les sondages à foreuse hydrothermique des VAW/EPF en août 1967

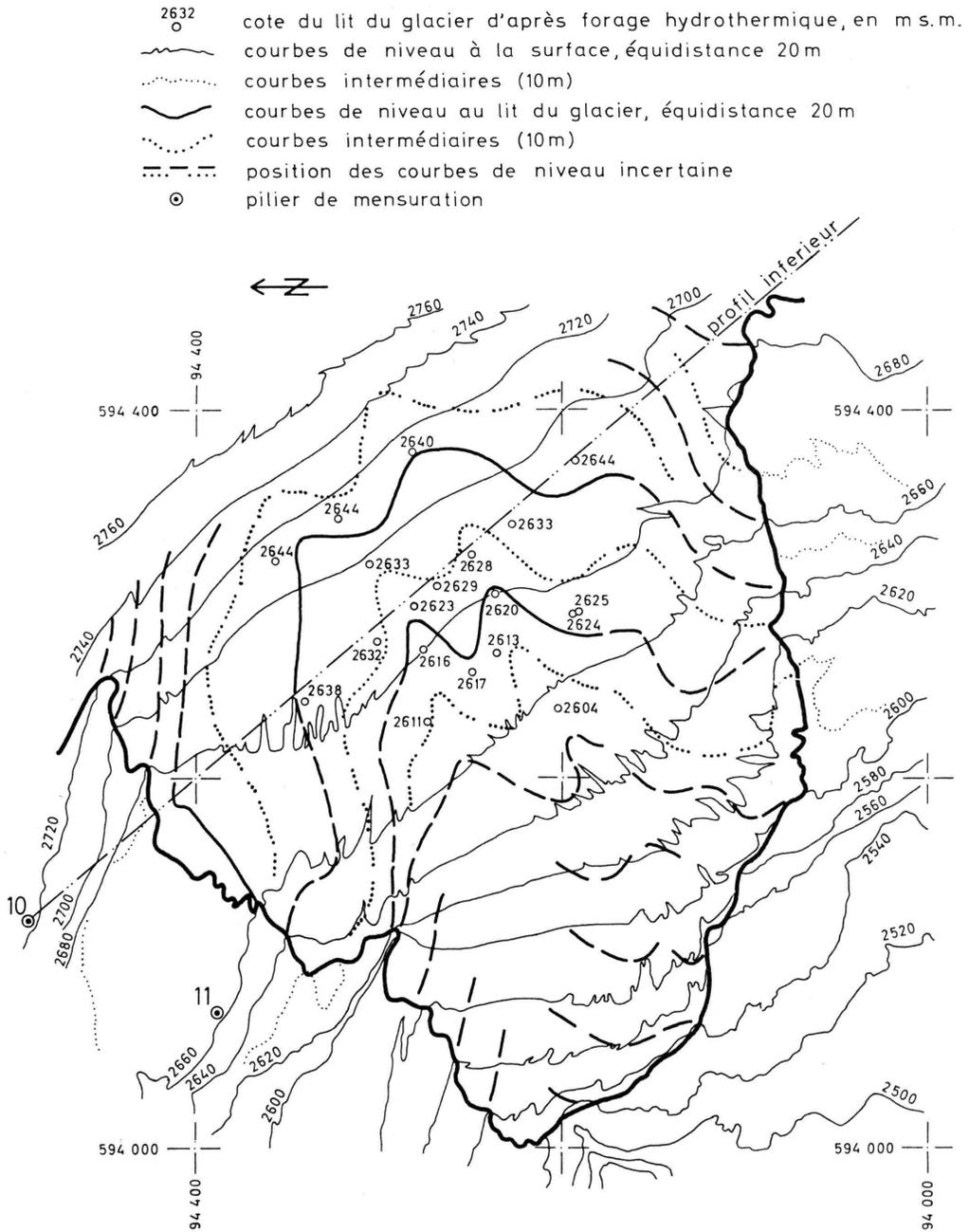
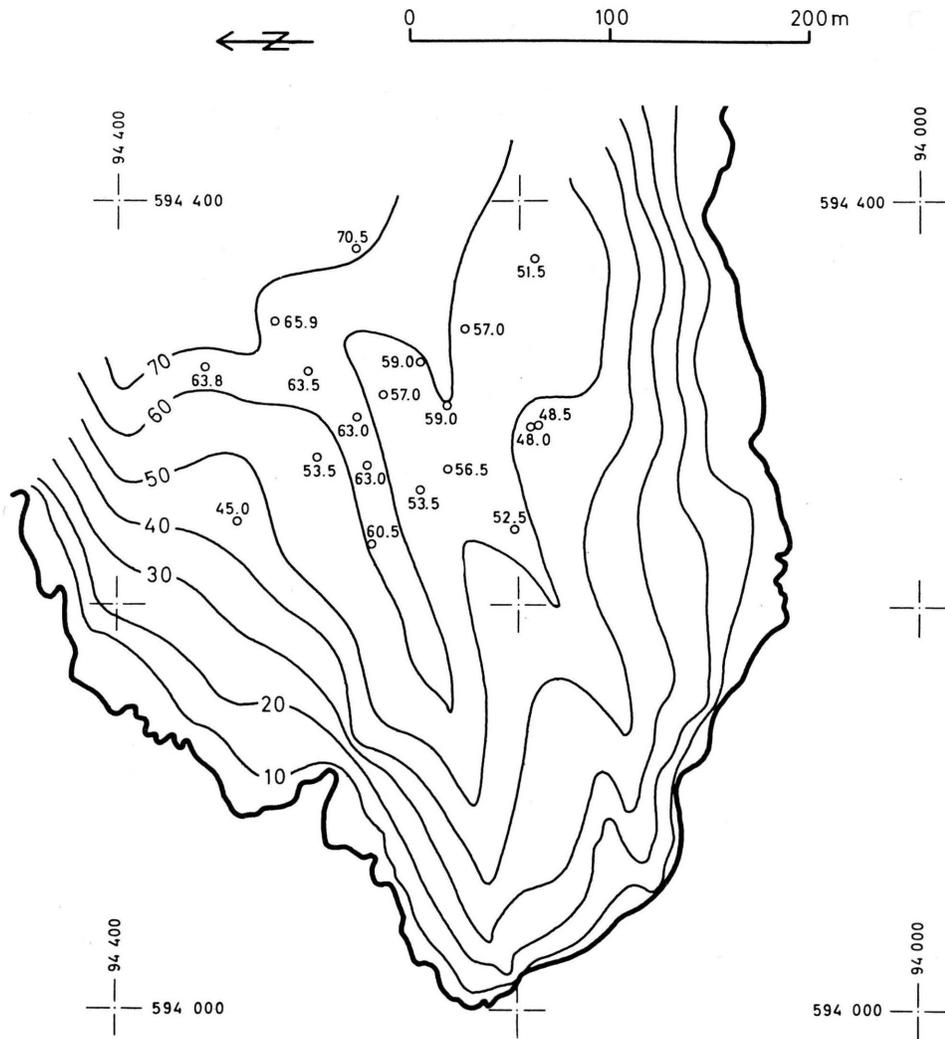


Figure 13

Glacier de Giétro

épaisseur du glacier à la partie terminale de sa langue, en août 1967
(v. figure 12)

52.5
○ épaisseur de la glace indiquée en mètres
~ courbes d'épaisseur égale de la glace (schématisées)



3.5.2. Mensurations au glacier de pente au versant nord-est du Tournelon Blanc.

Lors des vols photogrammétriques au-dessus du glacier de Giétro des photographies sont prises des glaciers du Tournelon Blanc. Celles prises en 1964, 1966 à 1968, 1970 et 1971 du glacier de pente au versant nord-est ont été restituées par le bureau Leupin à Berne. Ces clichés ont servi entre autres à l'observation de la falaise frontale haute de 50 m et presque 10 fois plus large, située à environ 3300 m s.m. Les chiffres du tableau 19 indiquent de combien le bord supérieur et la base de cette falaise s'étaient écartés (horizontalement) de leur position du 25.8.64, cela pour 9 sections arbitrairement choisies de 50 m de largeur; les valeurs positives indiquent une avance, les valeurs négatives un recul. Le comportement de la falaise en entier est rendue par la moyenne des sections. La figure 16 donne la configuration de la falaise frontale à la date des levés aérophotogrammétriques.

En août 1966, les VAW de l'EPFZ ont étudié l'épaisseur et l'appui du glacier à l'aide de sondages à la foreuse hydrothermique exécutés sur le replat au-dessus de la falaise frontale. Les résultats essentiels de ces sondages sont représentés par plusieurs coupes longitudinales sur la figure 15; on y trouve également les niveaux de l'eau observés dans les trous de forage à une profondeur de 25 à 30 m sous la surface du névé.

Tableau 19. Glacier de pente au versant nord-est du Tournelon Blanc.

Position de la falaise frontale en 1966, 1967, 1968, 1970 et 1971.

Signe: + (positif), correspond à une avance, - (négatif) correspond à un recul du front

		Position relative à l'état du 25.8.64 le:				
		29.9.66	1.9.67	13.9.68	7.9.70	10.8.71
		m	m	m	m	m
Bord supérieur de la falaise:						
Section	1	+ 10.2	+ 2.7	+ 13.4	+ 8.7	+ 14.5
	2	+ 8.7	+ 1.6	+ 10.2	- 1.3	+ 8.5
	3	- 4.8	- 7.5	+ 3.2	- 6.4	+ 3.5
	4	- 4.0	- 8.4	- 1.7	- 7.3	- 2.0
	5	+ 12.7	- 6.0	+ 1.9	+ 9.0	+ 13.5
	6	+ 11.2	- 5.4	+ 2.7	- 0.3	+ 15.4
	7	+ 22.9	+ 8.6	+ 14.5	+ 29.3	+ 25.6
	8	+ 16.1	+ 6.0	+ 7.6	+ 8.1	+ 18.0
	9	+ 3.7	- 1.7	+ 4.0	+ 6.0	+ 12.6
Moyenne:		+ 8.5	- 1.2	+ 6.2	+ 5.1	+ 12.2
Base de la falaise :						
Section	1	+ 6.5	- 0.8	+ 2.6	- 0.8	- 0.3
	2	+ 7.4	- 2.8	+ 1.9	+ 0.2	- 0.5
	3	+ 0.2	- 1.2	+ 1.5	- 3.7	- 5.1
	4	+ 3.9	+ 2.0	+ 2.5	+ 3.3	+ 2.1
	5	+ 6.5	+ 1.6	+ 0.8	+ 6.2	+ 6.9
	6	+ 3.6	+ 0.2	- 0.4	- 0.6	- 0.6
	7	+ 13.2	+ 1.9	+ 6.6	+ 6.4	+ 2.5
	8	+ 11.1	+ 2.6	+ 2.6	+ 6.7	+ 5.8
	9	+ 4.4	+ 3.4	+ 7.8	+ 7.5	+ 6.2
Moyenne :		+ 6.3	+ 0.8	+ 2.9	+ 2.8	+ 1.9
Déplacement de la falaise en entier durant l'intervalle:						
		1964/66	1966/67	1967/68	1968/70	1970/71
		m	m	m	m	m
Bord supérieur		+ 8.5	- 9.7	+ 7.4	- 1.1	+ 7.1
Base		+ 6.3	- 5.5	+ 2.1	- 0.1	- 0.9
Moyenne:		+ 7.4	- 7.6	+ 4.7	- 0.6	+ 3.1

Figure 14

Glacier de pente au versant nord-est du Tournelon Blanc Situation

état au 27 septembre 1966

○ 1-11 sondages à foreuse hydrothermique
— 1-7 coupes longitudinales (v. figure 15)

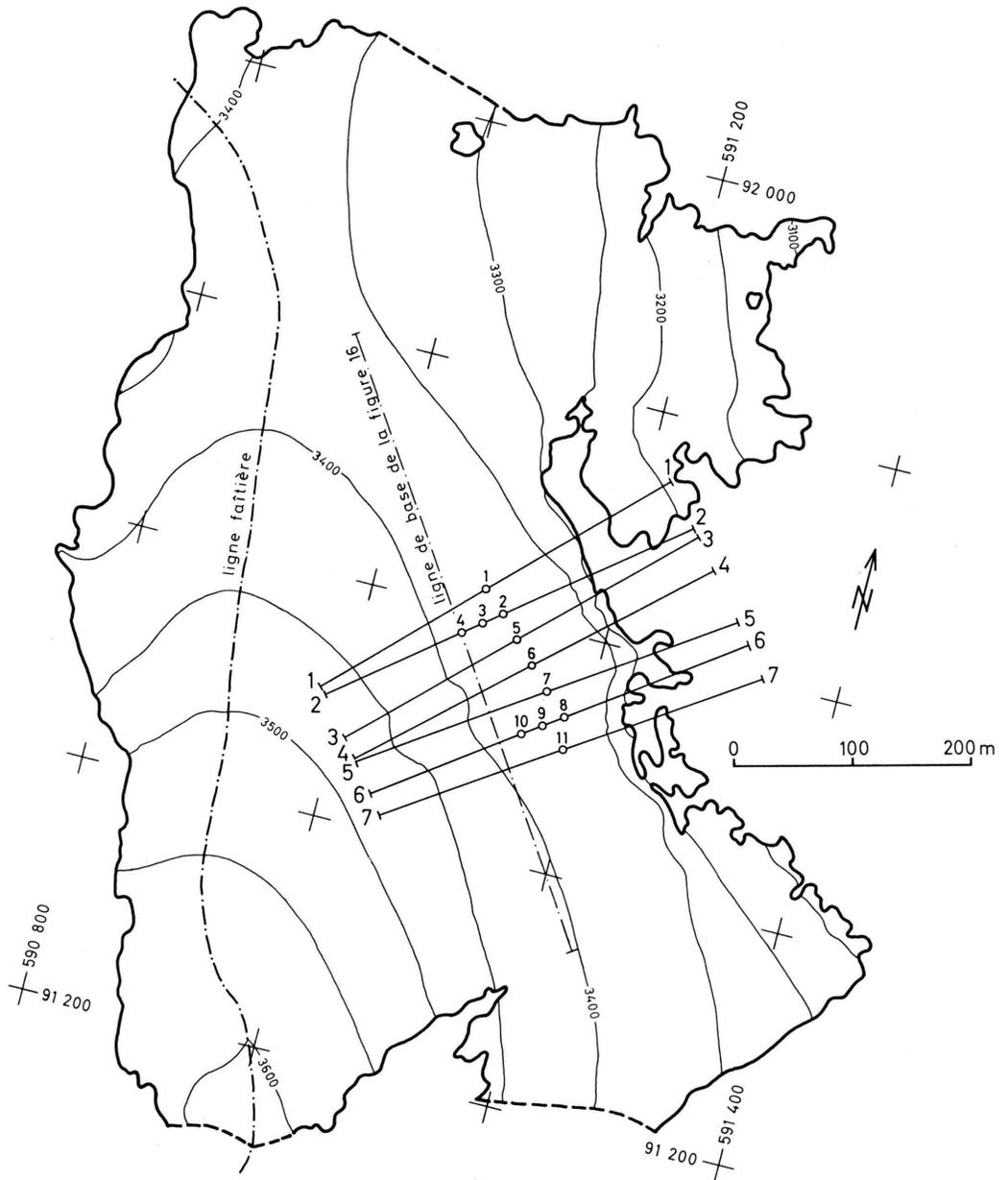


Figure 15

Glacier de pente au versant nord-est du Tournelon Blanc
 Sondages à foreuse hydrothermique des VAW/EPFZ au mois d'août 1966
 Coupes longitudinales (situation v. figure 14)

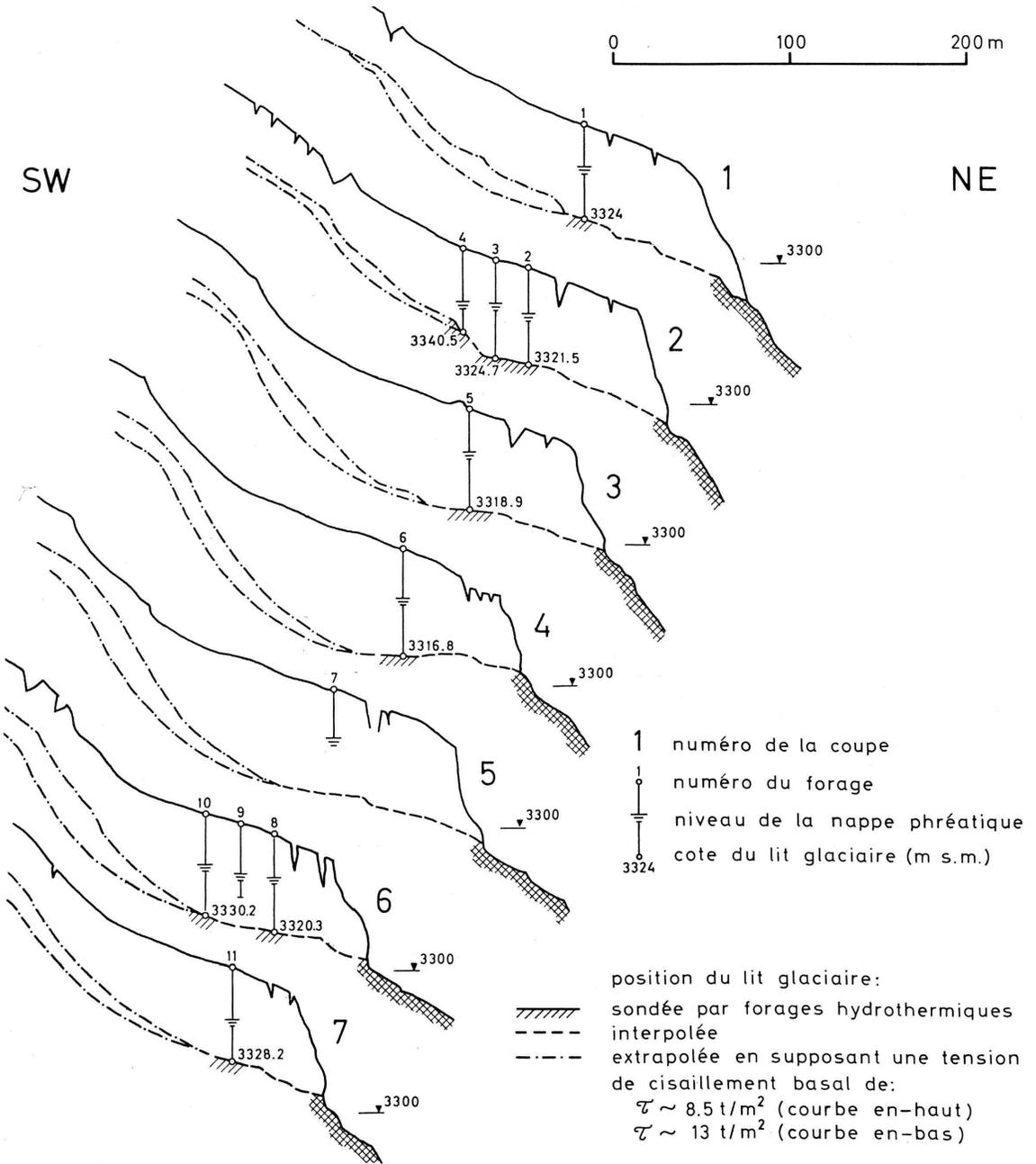
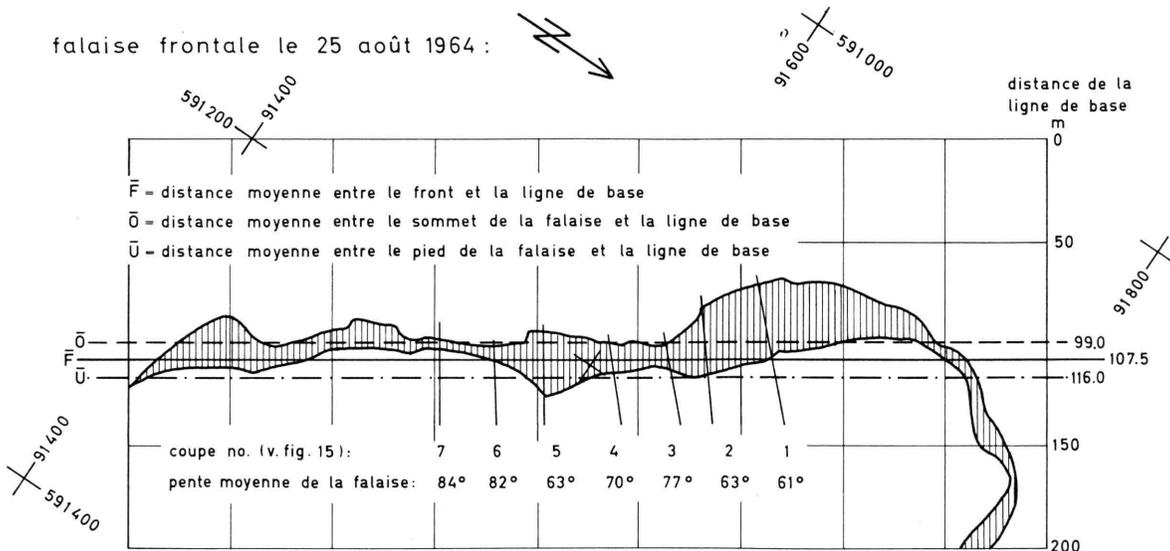


Figure 16

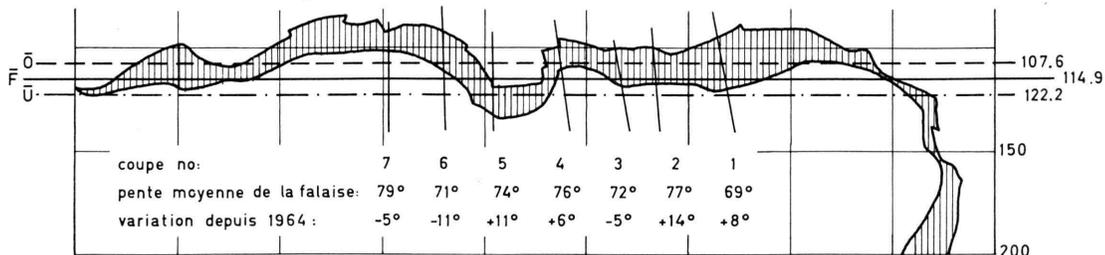
Glacier de pente au versant nord-est du Tournelon Blanc

configuration de la falaise frontale aux années 1964, 1966, 1967, 1968, 1970 et 1971
levés aérophotogrammétriques : bureau de mensuration H. Leupin, Berne

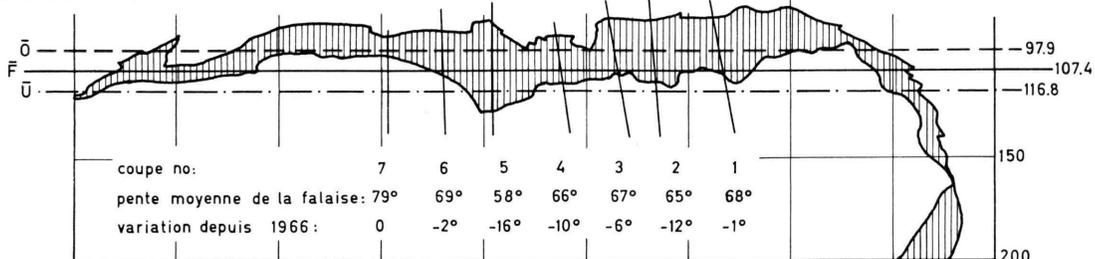
falaise frontale le 25 août 1964 :



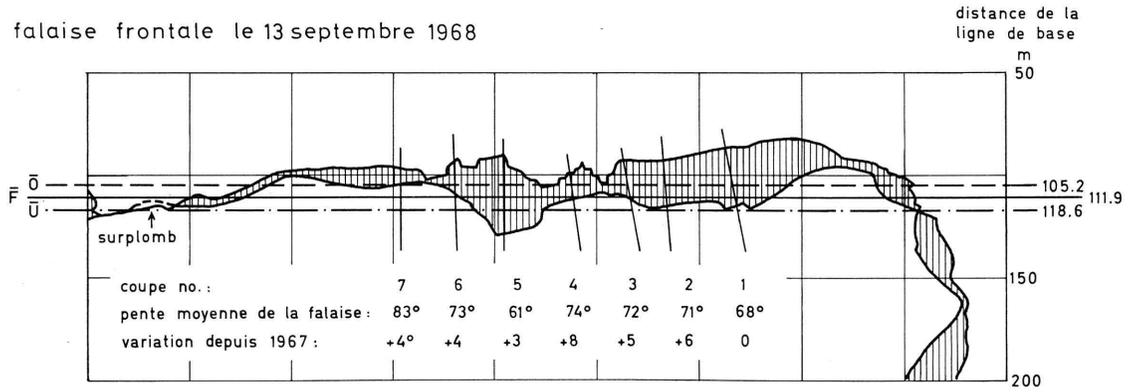
falaise frontale le 27 septembre 1966 :



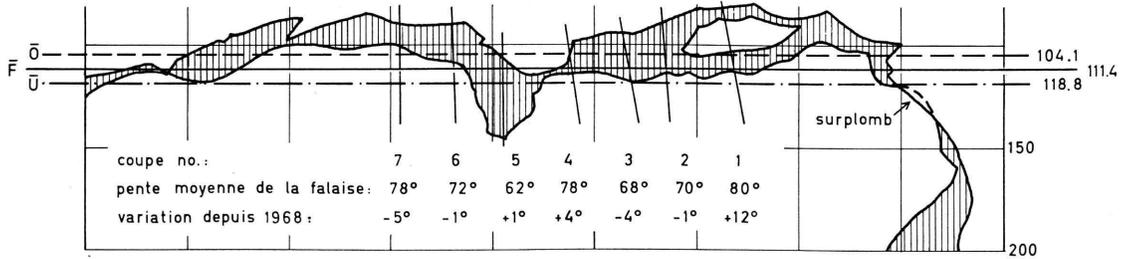
falaise frontale le 1 septembre 1967 :



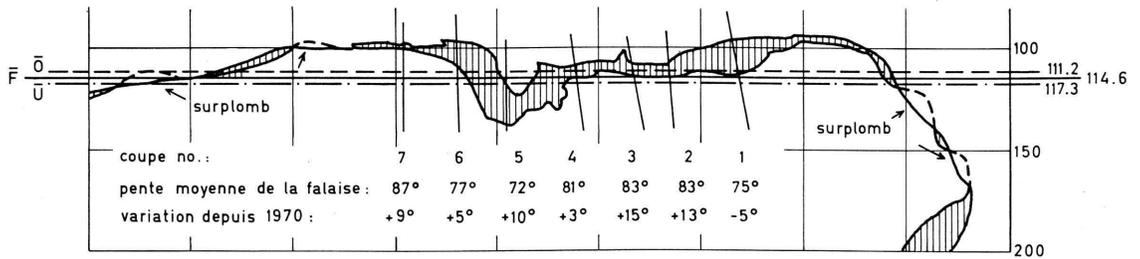
falaise frontale le 13 septembre 1968



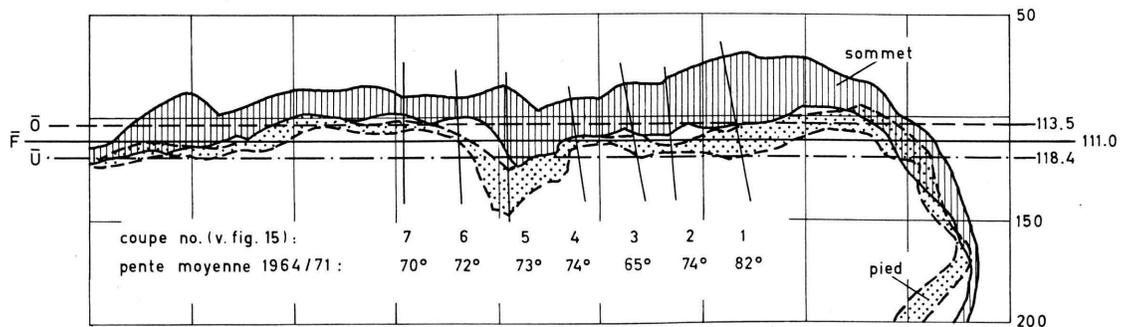
falaise frontale le 7 septembre 1970



falaise frontale le 10 août 1971



Variation de la position du sommet et du pied de la falaise frontale de 1964 à 1971



3.5.3. Mensurations au glacier de Corbassière.

Depuis l'automne 1967 on détermine chaque année l'altitude de la surface glaciaire en deux profils transversaux. Chacun d'eux est marqué par des pierres colorées qui se déplacent avec le glacier. La vitesse superficielle se mesure au ruban métrique par la distance séparant la ligne du profil des pierres en mouvement. Le tableau 19 donne pour les années 1967/68 à 1970/71 et pour les deux profils l'altitude moyenne de la surface, la vitesse moyenne et maximum ainsi que la variation annuelle des valeurs moyennes. Le repérage des profils est assuré sur la rive droite par une station trigonométrique avec pilier de mensuration consistant d'un tuyau en acier fixé dans le rocher; des marques de couleur sur les rochers de la rive gauche donnent la direction du profil. Les coordonnées des deux stations trigonométriques et l'azimut des profils sont indiqués ci-dessous.

Station trigonométrique		Coordonnées		Altitude en m s. m.	Direction de mesure Azimut (division 400 g)
		Y en m	X en m		
Profil inférieur (près de Tsessette)	A	589 012.55	94 418.18	2568.48	282.2786
Profil supérieur (près anc. cabane CAS Panossière)	B	589 855.14	93 353.67	2712.26	268.2062

Au profil A (Tsessette) on mesure chaque fois les six points A 1 à A 6 et on les marque; au profil B (Panossière) ce sont les huit points B 1' et B 1 à B 7. Leur distance horizontale des stations trigonométriques sont, en mètres:

A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆		
282	374.5	470.5	578.5	675.5	790.5		
B _{1'}	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇
207	313	407.5	524	615	709	805	899

Tableau 20. Glacier de Corbassière 1967 - 1971.

Variations du niveau de la surface glaciaire et vitesses mesurées au profils transversaux. Les mesures ont été faites par A. Mathier, géomètre à Montana pour le compte de Forces Motrices de Mauvoisin SA. (FMM).

Date	Altitude moyenne m s.m.	Variation du niveau m	Déplacement durant la période en mètres		Vitesse moyenne m/an	Variation de la vitesse depuis l'année précédente		
			Moyenne	Max.		m/an	%	
Profil supérieur (Panossière):								
16.10.67	2662.6							
19. 9.68	2663.7	+ 1.1	41.5	43.6	44.67			
15. /16.10.69	2664.3	+ 0.6	46.2	48.5	43.04	- 1.63	- 3.6	
15.10.70	2665.0	+ 0.7	37.9 1)	41.1	37.9 1)	- 5.14	- 11.9	
5. /6.10.71	2664.0	- 1.0	44.9	48.0	46.10	+ 8.20	+ 21.6	
Moyenne 1967/71	2663.9	+ 0.35			42.93			
Profil inférieur (Tsessette):								
16.10.67	2495.4							
19. 9.68	2495.6	+ 0.2	31.2	37.0	33.63			
15. /16.10.69	2495.9	+ 0.3	38.2	44.8	35.58	+ 1.95	+ 5.8	
15.10.70	2498.2	+ 2.3	35.4 1)	43.0 1)	35.4 1)	- 0.18	- 0.5	
5. /6.10.71	2496.7	- 1.5	32.7	39.2	33.65	- 1.75	- 4.9	
Moyenne 1967/71	2496.4	+ 0.32			34.56			

1) Valeur interpolée. En 1970 la moitié des repères anciens sur le glacier a été introuvable à cause d'une couche de neige fraîche.

3.6. Mesurations aux glaciers de l'Aar.

Aux glaciers supérieur et inférieur de l'Aar le programme de mesures se poursuit comme d'habitude par les soins du bureau A. Flotron à Meiringen pour le compte des Forces Motrices de l'Oberhasli S. A. (KWO); les résultats principaux pour 1970/71 sont résumés dans le tableau 21. Le 90ème rapport contient le schéma de la disposition des profils et points de mesures contrôlés par photogrammétrie; il contient également une liste des coordonnées des points fixes.

La mesure enregistrée du mouvement à l'aide d'une caméra automatique placée au Pavillon Dolfus s'est poursuivie avec succès. On trouve la description de la méthode photokryocinématique et de son appareillage dans le 91ème rapport; d'autres données figurent dans:

A. Flotron: "Photogrammetrische Messung von Gletscherbewegungen mit automatischer Kamera. Tirage spécial de "Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie", cahier I/73, mars 1973.

Dans cette publication les résultats de l'enregistrement du mouvement au glacier inférieur en 1970/1971 se trouvent sous forme graphique; les chiffres correspondantes sont présentées dans le tableau 22 du présent rapport. Une notable innovation consiste dans le fait que deux perches ont été plantées à des profondeurs différentes, à 20 m de distance, sur la même trajectoire. De la sorte, la continuité des mesures a été assurée, tant en hiver où la plus courte des perches était enneigée temporairement que dans l'arrière-été où l'autre perche sortie plus vite de la glace se couchait et ne pouvait plus servir aux mesures. Il faut mentionner le fait bien établi qu'au printemps, à l'époque du maximum de vitesse, la surface glaciaire s'est soulevée d'un demi-mètre environ; les causes de cette élévation ne sont pas encore clairement élucidées.

Tableau 21. Glaciers de l'Aar en 1970/71. Récapitulation des résultats principaux de la période du 18.9.1970 au 8.9.1971, durée: 365 jours. -Les mensurations ont été faites par le bureau A. Flotron à Meiringen pour le compte des Forces Motrices de l'Oberhasli SA. (KWO).

Glacier	Profil 1)	Altitude moyenne de la surface		Variation du niveau m	Mouvement du glacier				Section limitée par les profils	Variation de la surface m ²	Variation du volume 10 ³ m ³
		m s.m. 1970	1971		déplacement m		vitesse m/an				
					Moyenne	Max.	1969/70	1970/71			
Oberaar	17	2679.5	2677.9	- 1.6					17 et 16	- 916	
	16 Profil le plus haut	2568.1	2566.6	- 1.5	16.26	24.4	16.02	16.72	16 et 15	- 866	
	15 Profil supérieur	2490.8	2489.4	- 1.4	12.94	17.6	13.39	13.30	15 et 14	- 868	
	14 Profil moyen	2377.3	2374.8	- 2.5	11.94	17.0	11.40	12.28	14 et FO 71	- 210	
	FO 71 Font du glacier 1971 FO 70 Font du glacier 1970								FO 71 et FO 70	-3760 - 77	
Unteraar - Finsteraar	13 Finsteraar	2660.9	2657.5	- 3.4					12/13 et 11	-2624	
	12 Strahlegg	2630.9	2629.4	- 1.5					11 et 10	-2414	
	11 Grunerhorn	2566.7	2565.2	- 1.5	44.06	60.4	45.91	45.30	10 et 6	-1888	
	10 6 Mieselenegg	2456.9	2455.1	- 1.8							
Unteraar - Lauteraar	9	2650.2	2647.6	- 2.6					9 et 8	-3697	
	8 Wildläger	2520.4	2517.1	- 3.3	36.95	60.7	30.4 ²⁾	37.99	8 et 7	-3637	
	7	2434.8	2433.1	- 1.7					7 et 6	-1488	
	6 Mieselenegg										
Unteraar - Unteraar	6 Mieselenegg	2367.9	2366.5	- 1.4	33.66	42.7	31.10	34.61	6 et 5	-2434	
	5	2296.1	2294.0	- 2.1					5 et 4	-2727	
	4 Pavillon Dollfus	2225.2	2223.3	- 1.9	20.46	33.7	18.37	21.04	4 et 3	-1964	
	3	2143.0	2140.7	- 2.3					3 et 2	-1540	
	2 Obere Brandlamm	2055.7	2054.8	- 0.9	4.76	8.5	3.73	4.90	2 et 1	- 816	
	1	1994.9	1992.2	- 2.7					1 et K. 663 ³⁾	- 640	
	FU 71 FU 70								K. 663 ³⁾ et FU 70	-4268 - 385	
								Oberaar en aval	16 -2021		
								Unteraar en aval	11 et 8 -19933		

- 1) Une esquisse présentée dans le 90e rapport renseigne sur la situation des profils.
- 2) En 1969 la neige fraîche a empêché le dépouillement des relevés aériens. La valeur comparative indiquée date de 1966.

- 3) Ligne de coordonnées 663 km du réseau officiel.

Tableau 22. Glacier inférieur de l'Aar. Mesures à courte échéance du mouvement au profil transversal no. 4; observations et restitution faites par le bureau A. Flotron, Meiringen pour le compte des Forces Motrices de l'Oberhasli S. A. (KWO).

- 1 Numéro du film (premier chiffre) et du cliché (second chiffre). Les prises de vue non énumérées au tableau étaient inutilisables en raison du mauvais temps (brouillard, chute de neige). La balise 3 était enneigée du 12.2. au 26.4.71, la balise 2 est sortie de la glace et tombée suite à la fonte de la glace le 31.7.71.
- 2 Les prises de vues ont eu lieu tous les 4 jours vers 11h.
- 3 Intervalles entre les prises de vue, en jours.
- 4 Composante horizontale du déplacement dans le plan de mouvement en cm: angle de l'axe optique relief à la normale au plan de mouvement: inclinaison $\omega = -1.94\text{g}$, obliquité $\rho = +3.61\text{g}$.
- 5 Composante horizontale de la vitesse en cm par jour.
- 6 Composante verticale du mouvement en cm. La moyenne pour balise 2 et la période du 30.9.70 au 31.7.71 se monte à -0.46 cm par jour ou -1.83 cm par intervalle de 4 jours, correspondant à une inclinaison moyenne du vecteur du mouvement de 5.85% . Les valeurs correspondantes pour balise 3 et la période du 30.9.70 au 23.10.71 sont pratiquement identiques: -0.46 cm par jour, resp. -1.84 cm par intervalle de 4 jours pour la vitesse du déplacement vertical, 6.0% pour l'inclinaison du vecteur.
- 7 Nombre de jours depuis le 30.9.70.
- 8 Composante horizontale du déplacement depuis le 30.9.70.
- 9 Composante verticale du déplacement depuis le 30.9.70.
- 10 Bilan spécifique en cm de glace, rapporté à l'intervalle depuis le 30.9.70. Valeurs positives = accumulation de neige, valeurs négatives = ablation de glace.

a) prise des photos par intervalles de 4 jours

1 No.	2 Date	3 jours	4 cm		5 cm/jour		6 cm		7 jours	8 cm		9 cm		10 cm	
			b.2	b.3	b.2	b.3	b.2	b.3		b.2	b.3	b.2	b.3	b.2	b.3
4- 2	30. 9.70								0	0	0	0	0	0	0
4- 3	4.10.70	4	21	16	5.2	4.0	- 3	0	4	21	16	- 3	0	64	-
4- 4	8.10.70	4	23	23	5.8	5.8	- 1	- 2	8	44	39	- 4	- 2	28	-
4- 5	12.10.70	4	91	91	22.8	22.8	+ 5	+ 5	12	135	130	+ 1	+ 3	0	12
4- 6	16.10.70	4	35	40	8.8	10.0	-14	-17	16	170	170	-13	-14	39	5
4- 8	24.10.70	8	34	29	4.2	3.6	+ 1	+ 6	24	204	199	-12	- 8	42	15
4- 9	28.10.70	4	23	26	5.8	6.5	0	+ 1	28	227	225	-12	- 7	21	8
4-10	1.11.70	4	21	19	5.2	4.8	+ 2	0	32	248	244	-10	- 7	21	17

Tableau 22. Continuation partie a).

1 No.	2 Date	3 jours	4 cm		5 cm/jour		6 cm		7 jours	8 cm		9 cm		10 cm	
			b.2	b.3	b.2	b.3	b.2	b.3		b.2	b.3	b.2	b.3	b.2	b.3
4-11	5.11.70	4	21	23	5.2	5.8	- 4	- 1	36	269	267	-14	- 8	25	-
		20	102	102	5.1	5.1	- 7	- 5							
4-16	25.11.70	4	23	23	5.8	5.8	- 2	- 2	56	371	369	-21	-13	65	38
4-17	29.11.70	8	42	44	5.2	5.5	- 3	- 3	60	394	392	-23	-15	66	46
4-19	7.12.70	4	22	21	5.5	5.2	- 1	- 1	68	436	436	-26	-18	104	47
4-20	11.12.70	4	20	20	5.0	5.0	- 2	- 3	72	458	457	-27	-19	83	47
4-21	15.12.70	4	20	22	5.0	5.5	- 3	- 1	76	478	477	-29	-22	75	30
4-22	19.12.70	4	20	22	5.0	5.5	- 3	- 1	80	498	499	-32	-23	79	32
4-23	23.12.70	4	22	21	5.5	5.2	0	0	84	520	520	-32	-23	75	24
		12	62	61	5.2	5.1	- 4	- 4							
4-26	4. 1.71	4	21	21	5.2	5.2	- 1	0	96	582	581	-36	-27	94	52
4-27	8. 1.71	4	23	22	5.8	5.5	- 3	- 2	100	603	602	-37	-27	91	49
4-28	12. 1.71	4	23	25	5.8	6.2	- 1	0	104	626	624	-40	-29	93	48
4-29	16. 1.71	4	23	25	5.8	6.2	- 1	0	108	649	649	-41	-29	89	45
		8	38	40	4.8	5.0	- 2	- 2							
4-31	24. 1.71	12	67	66	5.6	5.5	- 1	- 2	116	687	689	-43	-31	112	66
4-34	5. 2.71	4	16	17	4.0	4.2	- 1	- 1	128	754	755	-44	-33	98	
4-35	9. 2.71	4	28	27	7.0	6.2	- 3	- 3	132	770	772	-45	-34	92	
4-36	13. 2.71	4	22	21	5.5	5.2	- 2	- 4	136	798	799	-48	-37	102	
4-37	17. 2.71	4	22		5.5		- 3		140	820	820	-50	-41	94	
4-38	21. 2.71	4	21	↑	5.2	↑	- 1	↑	144	842		-53		115	
4-39	25. 2.71	12	63	↑	5.2	↑	- 6	↑	148	863		-54		131	
4-42	9. 3.71	4	21	↑	5.2	↑	- 1	↑	160	926		-60		122	
4-43	13. 3.71	4	21	↑	5.2	↑	+ 1	↑	164	947		-61		118	
4-44	17. 3.71	8	44	↑	5.5	↑	- 1	↑	168	968		-60		129	
4-46	25. 3.71	4	17	↑	4.2	↑	- 2	↑	176	1012		-61		167	
4-47	29. 3.71	4	30	406	7.5	6.0	+ 1	-11	180	1029		-63		137	
4-48	2. 4.71	4	20	↑	5.0	↑	- 4	↑	184	1059		-62		127	
4-49	6. 4.71			↑		↑		↑	188	1079		-66		151	

Tableau 22. Continuation partie a).

1 No.	2 Date	3 jours	4 cm		5 cm/jour		6 cm		7 jours	8 cm		9 cm		10 cm	
			b.2	b.3	b.2	b.3	b.2	b.3		b.2	b.3	b.2	b.3	b.2	b.3
4-50	10. 4.71	4	17		4.2		- 3		192	1096		-69		130	
4-51	14. 4.71	4	25		6.2		0		196	1121		-69		124	
4-52	18. 4.71	4	21		5.2		0		200	1142		-69		123	
4-53	22. 4.71	4	42		8.5		- 1		204	1184		-70		98	
4-54	26. 4.71	4	39	↓	9.8	↓	+ 2	↓	208	1223	1226	-68	-52	77	55
4-56	4. 5.71	8	103	101	12.9	12.6	+ 9	+10	216	1326	1327	-59	-42	65	51
4-57	8. 5.71	4	37	41	9.2	10.2	+ 2	+ 2	220	1363	1368	-57	-40	62	44
4-58	12. 5.71	4	114	114	28.5	28.5	+ 6	+ 9	224	1477	1482	-51	-31	25	1
4-59	16. 5.71	4	66	67	16.5	16.8	- 2	- 4	228	1543	1549	-53	-35	- 2	- 5
4-60	20. 5.71	4	81	78	20.2	19.5	+ 2	+ 4	232	1624	1627	-51	-31	- 4	-16
4-61	24. 5.71	4	37	38	9.2	9.5	-12	-12	236	1661	1665	-63	-43	- 6	-13
4-62	28. 5.71	4	37	36	9.2	9.0	- 9	- 8	240	1698	1701	-72	-51	- 5	-13
4-63	1. 6.71	4	30	28	7.5	7.0	- 4	- 5	244	1728	1729	-76	-56	- 8	
4-64	5. 6.71	4	67	72	16.8	18.0	+ 4	+ 8	248	1795	1801	-72	-48	-20	-16
4-65	9. 6.71	4	68	66	17.0	16.5	- 1	- 1	252	1863	1867	-73	-49	-37	-19
4-66	13. 6.71	4	34	34	8.5	8.5	-11	-14	256	1897	1901	-84	-63	-37	-24
4-68	21. 6.71	8	80	80	10.0	10.0	+ 2	+ 5	264	1977	1981	-82	-58	-40	-29
4-69	25. 6.71	4	84	86	21.0	21.5	- 7	- 7	268	2061	2067	-89	-65	-45	-33
4-70	29. 6.71	4	36	36	9.0	9.0	- 5	- 3	272	2097	2103	-94	-68	-56	-49
4-71	3. 7.71	4	38	38	9.5	9.5	- 9	-11	276	2135	2141	-103	-79	-65	-48
4-72	7. 7.71	4	34	35	8.5	9.2	- 2	0	280	2169	2176	-105	-79	-74	-58
4-73	11. 7.71	4	35	34	8.8	8.5	- 4	- 3	284	2204	2210	-109	-82	-87	-90
4-74	15. 7.71	4	36	36	9.0	9.0	- 7	- 7	288	2240	2246	-116	-89	-114	-124
4-75	19. 7.71	4	36	35	9.0	8.8	- 7	- 4	292	2276	2281	-123	-93	-127	-130
5- 5	23. 7.71	4	30	28	7.5	7.0	- 8	- 4	296	2306	2309	-131	-97	-136	

Tableau 22. Fin de la partie a).

1 No.	2 Date	3 jours	4 cm		5 cm/jour		6 cm		7 jours	8 cm		9 cm		10 cm	
			b.2	b.3	b.2	b.3	b.2	b.3		b.2	b.3	b.2	b.3	b.2	b.3
5- 9	27. 7.71	4	36	35	9.0	8.8	- 6	- 7	300	2342	2344	-137	-104	-146	-136
5-13	31. 7.71	4	36	35	9.0	8.8	- 2	- 4	304	2378	2379	-139	-108	-164	-145
5-17	4. 8.71	4		35		8.8		- 6	308		2414		-114		-165
5-21	8. 8.71	4		32		8.0		- 2	312		2446		-116		-171
5-26	13. 8.71	5		45		9.0		- 7	317		2491		-123		-185
5-29	16. 8.71	3		24		8.0		- 5	320		2515		-128		-190
5-33	20. 8.71	4		33		8.2		- 5	324		2548		-133		-199
5-38	25. 8.71	5		48		9.6		- 6	329		2596		-139		-201
5-41	28. 8.71	3		27		9.0		- 5	332		2623		-144		-211
5-45	1. 9.71	4		32		8.0		- 4	336		2655		-148		-234
5-49	5. 9.71	4		28		7.0		- 3	340		2683		-151		-243
5-53	9. 9.71	4		33		8.2		- 6	344		2716		-157		-246
5-57	13. 9.71	4		26		6.5		- 2	348		2742		-159		-253
5-61	17. 9.71	4		28		7.0		- 1	352		2770		-160		-254
5-65	21. 9.71	4		25		6.2		- 2	356		2795		-162		-258
5-69	25. 9.71	4		19		4.8			360		2814		-162		-265
5-74	30. 9.71	5		28		5.6		- 7	365		2842		-169		-268
5-77	3.10.71	3		20		6.7		- 1	368		2862		-170		-269
5-81	7.10.71	4		21		5.2		0	372		2883		-170		-243
5-85	11.10.71	4		27		6.8		- 2	376		2910		-172		-275
5-90	16.10.71	5		29		5.8		- 4	381		2939		-176		-279
5-93	19.10.71	3		13		4.3		0	384		2952		-176		-281
5-97	23.10.71	4		27		6.8		- 2	388		2979		-178		-283

Tableau 22. Continuation.

b) Prise journalière des photos (23.7.-20.8.71, balise 3)

1 No.	2 Date	4,5 cm (=cm/jour)	6 cm	7 jours	8 cm	9 cm
5- 5	23.7.71	9	- 4	0	0	0
5- 6	24.7.71	4	- 2	1	9	- 4
5- 7	25.7.71	6	+ 1	2	13	- 6
5- 8	26.7.71	16	- 2	3	19	- 5
5- 9	27.7.71	2	- 2	4	35	- 7
5-10	28.7.71	10	+ 1	5	37	- 9
5-11	29.7.71	8	0	6	47	- 8
5-12	30.7.71	15	- 3	7	55	- 8
5-13	31.7.71	5	0	8	70	- 11
5-14	1.8.71	8	- 2	9	75	- 11
5-15	2.8.71	9	+ 1	10	83	- 13
5-16	3.8.71	13	- 5	11	92	- 12
5-17	4.8.71	7	- 2	12	105	- 17
5-18	5.8.71	6	+ 2	13	112	- 19
5-19	6.8.71	8	- 1	14	118	- 17
5-20	7.8.71	11	- 1	15	126	- 18
5-21	8.8.71	5	- 3	16	137	- 19
5-22	9.8.71	9	+ 1	17	142	- 22
5-23	10.8.71	11	- 6	18	151	- 21
5-24	11.8.71	10	+ 1	19	162	- 27
5-25	12.8.71	10	0	20	172	- 26
5-26	13.8.71	6	- 3	21	182	- 26
5-27	14.8.71	8	- 4	22	188	- 29
5-28	15.8.71			23	196	- 33

Tableau 22. Continuation partie b).

1 No.	2 Date	4,5 cm (=cm/jour)	6 cm	7 jours	8 cm	9 cm
5-29	16.8.71	10	+ 2	24	206	- 31
5-30	17.8.71	9	- 3	25	215	- 34
5-31	18.8.71	8	- 2	26	223	- 36
5-32	19.8.71	9	0	27	232	- 36
5-33	20.8.71	7	0	28	239	- 36

4. LISTE DE PUBLICATIONS

Publications glaciologiques parues en Suisse ou à l'étranger, d'auteurs suisses ou concernant la Suisse (inclus les annuaires suisses contenant les données climatiques).

- Ambach, W., Eisner H., Zobl, M. und Haefeli, R. - Bestimmung von Firnrücklagen am Eisschild Jungfrauoch durch Messung der Gesamt-Betaaktivität von Firnproben. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 7, 1971, H. 1/2, S. 57-63.
- Aellen, M. - siehe Kasser, P.
- Ambühl, E. - Temperaturbeobachtungen vom Grossen St. Bernhard (2478 m), vorwiegend der Sommermonate 1816-1965. - Zeitschrift "Die Alpen", 47. Jg., 1971, 2. Quartal, S. 92-105.
- Andrieux, P. - siehe Weber, J. R.
- Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. - Jg. 106, 1969, 1 Tafel, VIII + 148 + 54 S., Glattbrugg, 1970. - Jg. 107, 1970, 1 Tafel, VIII + 148 + 49 S., Glattbrugg 1971. - Jg. 108, 1971, 1 Tafel, XI + 148 + 168 S., 1973.
- Aufdermaur, A. N. - Kristallorientierung in natürlichen und künstlichen Hagelkörnern. - Die Umschau in Wissenschaft und Technik, Heft 14, 1971, S. 536.
- siehe Buser, O.
- Bader, H. - Technique for producing strain-free flat surfaces on single crystals of ice. - Journal of Glaciology, Vol. 11, 1972, p. 158.
- Barsch, D. - Rock glaciers and ice-cored moraines. - Geographiska Annaler, Vol. 53 A, Nos. 3-4, 1971, p. 203-206.
- Beck, E. - Schnee und Lawinen im Parsenngebiet. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winter 1970/71, Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 30-42.
- siehe Föhn, P.
- Bégou, R. - Les glaciers des Alpes de Glaris. - Grenoble 1969, I, 122 f.
- Bezinge, A. - Etudes sur le lac glaciaire du Gorner. - Grande Dixence S. A., 1970, Société hydrotechnique de France.
- Braithwaite, R. - Statistically modelling of the thermal interaction of ice masses with the atmosphere. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 15-18.
- siehe Müller, F.
- Bucher, B. und Stauffer, B. - Borehole isotope studies at Byrd Station, Antarctica. - Antarctic Journal of the United States, Vol. 7, No. 4, 1972, p. 110-111.
- siehe Weiss, R. S.
- Buser, O. und Aufdermaur, A. N. - The density of rime on cylinders. - Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 99, No. 420, 1973, p. 388-391.
- Cafilisch, T. - Limnological investigations on Colour and Phantom lakes. - Axel Heiberg Island Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 49-56.
- siehe Müller, F.
- Craig, H. - siehe Weiss, R. F.

- Crécy, L. de - siehe Quervain, M. de
- Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern. - siehe Hydrographisches Jahrbuch.
- Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos:
- siehe Beck, E.
 - siehe Föhn, P. und Beck, E.
 - siehe Good, W.
 - siehe Quervain, M. de
 - siehe Rychetnik, J.
 - siehe Schild, M. und Gliott, S.
 - siehe Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen
 - siehe Wakabayashi, R.
- Eisner, H. - siehe Ambach, W.
- Federer, B. - Abschwächung von Schockwellen in der Schneedecke. - Wissenschaftliche Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1971, p. 146-149.
- Fliri, F., Hilscher, H. und Markgraf, V. - Weitere Untersuchungen zur Chronologie der alpinen Vereisung. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 7, Heft 1-2, 1971, p. 5-24.
- Flotron, A. - Photogrammetrische Messung von Gletscherbewegungen mit automatischer Kamera. - Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Fachheft 1/73, März 1973.
- Föhn, P.M.B. - Short-term snow melt and ablation derived from heat- and mass-balance measurements. - Journal of Glaciology, Vol. 12, 1973, No. 65, p. 275-290.
- und Beck, E. - Wetter und Klima. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 5-29.
 - und Beck, E. - Winter 1971/72. - Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 36, 1973, S. 5-33.
 - und Beck, E. - Schnee und Lawinen im Parsenngebiet. *ibid.* S. 34-46.
- Fritts, H.C. - siehe La Marche, V.C.
- Frutiger, H. - siehe Quervain, M. de
- Gletschergarten Luzern 1872-1972. - Festschrift zur Hundertjahrfeier der Entdeckung des Naturdenkmals mit Beiträgen von Braithwaite, R., Caflisch, T., Müller, F., Müller, G., Ohmura, A., Schifferli-Amrein, M., Wick, P. und anderen. - Geographica Helvetica, 28. Jg., 1973, Heft 2, Bern 1973.
- Gliott, S. - siehe Schild, M.
- Good, W. - Optimaler Einsatz der Mittel zur Ortung Lawinenverschütteter. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 154-162.
- Haefeli, R. - Bericht der Schweiz. Gletscherkommission für das Jahr 1971. - Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1972, S. 70-76.
- Bericht der Schweiz. Gletscherkommission für das Jahr 1972. - Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1973, S. 142-152.
 - siehe Ambach, W.
- Hantke, R. - Die spätwürmeiszeitlichen Stadien auf der schweizerischen Alpennordseite. - Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 21, 1970, p. 71-80.
- Hilscher, H. - siehe Fliri, F.

- Huber, H., Jaccard, C. und Roulet, M. - Channeling of H^+ , D^+ and He^+ in ice: surface disorder and chlorine location. - Proceedings of the International Symposium on the Physics and Chemistry of Ice, Ottawa, 1972. - "Physics and Chemistry of Ice", E. Whalley et al.ed., The Royal Society of Canada, Ottawa, 1973.
- Surface structure of ice studied by proton channeling. - Radiation Effects, Vol. 12, Nos. 3-4, 1972, p. 241-245.
- Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz - Annuaire hydrographique de la Suisse - Annuario idrografico della Svizzera. - Hrg. vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern, Eidg. Drucksachen und Materialzentrale.
- 1969, 279 S., Diagr., 1 Tab.a.T., 2 Karten, 1970
 - 1970, 282 S., Diagr., 1 Tab.a.T., 2 Karten, 1971
 - 1971, 286 S., Diagr., 1 Tab.a.T., 2 Karten, 1972
- Hydrologische Bibliographie der Schweiz 1968-1970, Jg. 30-32, hrg. von der Hydrologischen Kommission der SNG, der Eidg. Kommission für Schnee- und Lawinenforschung und der Gletscherkommission der SNG, Zürich 1972.
- Iken, A.
- Velocity variations of the White Glacier. - Axel Heiberg Island Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 31-38.
 - Measurement of water pressure in moulins as part of a movement study of the White Glacier, Axel Heiberg Island. Journal of Glaciology, Vol. 11, No. 61, 1972, p. 53-58.
 - und Kasser P. - (Rezension). Gletscherkraftwerke in Grönland. - Schweiz. Bauzeitung, 91. Jg., Heft 34, 1973.
 - siehe Müller, F.
- Jaccard, C.
- siehe Huber, H.
- Jensen, H. und Lang, H. - Forecasting discharge from a glaciated basin in the Swiss Alps. - International Symposium on the Role of Snow and Ice in Hydrology, Banff, 1972.
- Kälin, M.
- The active push moraine of the Thompson Glacier, Axel Heiberg Island, Canadian Arctic Archipelago, Axel Heiberg Island Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1971, IV, 68 p.
- Kasser, P.
- Die Gletscher der Schweizer Alpen 1969/70. Auszug aus dem 91. Bericht der Gletscherkommission der SNG. - Zeitschrift "Die Alpen", Jg. 47, 1971, 4. Quartal, S. 229-243 + 4 Bildseiten.
 - Les glaciers des Alpes suisses en 1969/70. Extrait du 91e rapport de la Commission des glaciers de la SHSN. - Revue "Les Alpes", 47e année, 1971, 4e trimestre, p. 229-243 + 4 pages de photos.
 - Die Gletscher der Schweizer Alpen 1969/70. 91. Bericht der Gletscherkommission der SNG, Bern, 1972, 69 S. mit 1 Kartenbeilage.
 - Les variations des glaciers suisses 1969/70. 91e rapport de la Commission des glaciers de la SHSN, Berne, 1972, 69 p. avec 1 carte annexée.
 - Les variations des glaciers suisses en 1970/71 et 1971/72. Procès-verbaux de la Section de Glaciologie de la Société hydrotechnique de France, Grenoble, 1973.
 - Influences of changes in the glacierized area on summer run-off in the Porte du Scex drainage basin of the Rhone. Symposium on the hydrology of glaciers, Cambridge, 1969. - Publication No. 95 de l'AISH, 1973, p.221-225. - Mitteilung Nr. 10 der VAW-ETHZ.
 - Fluctuations of glaciers 1965-1970. Publication of IAHS and UNESCO, Paris, 1973, 360 p. + 7 maps.

- und Aellen, M. - Die Gletscher der Schweizer Alpen 1970/71. Auszug aus dem 92. Bericht der Gletscherkommission der SNG. - Zeitschrift "Die Alpen", Jg. 48, 1972, 4. Quartal, S. 214-229 + 4 Bildseiten.
 - und Aellen, M. - Les glaciers des Alpes suisses en 1970/71. Extrait du 92e rapport de la Commission des glaciers de la SHSN. - Revue "Les Alpes", 48e année, 1972, 4e trimestre, p. 213-228 + 4 p. de photos.
 - und Aellen, M. - Die Gletscher der Schweizer Alpen 1971/72. Auszug aus dem 93. Bericht der Gletscherkommission der SNG. - Zeitschrift "Die Alpen", Jg. 49, 1973, 4. Quartal, S. 226-243 + 4 Bildseiten.
 - und Aellen, M. - Les glaciers des Alpes suisses en 1971/72. Extrait du 93e rapport de la Commission des glaciers de la SHSN. - Revue "Les Alpes", 49e année, 1973, 4e trimestre, p. 226-243 + 4 p. de photos.
 - (Rezension). Die Kryosphäre, das Eis der Erde und seine Untersuchung von Oskar Reinwarth und Gerhard Stäblein. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VIII, 1972.
 - siehe Iken, A.
- Keller, H. M. und Meiman, J.R. - Der Einfluss der Topographie auf die Schneeverteilung in zwei kleinen voralpinen Einzugsgebieten. - Annalen der Meteorologie, Neue Folge, Nr. 5, 1971, S. 253-257.
- Kinzl, H. - Gletschermessungen mit der Kamera am Unteraargletscher (Schweiz). - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 7, Heft 1-2, 1971, p. 219.
- Klimatologie der Schweiz. Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt.
- siehe Schüepp, M.
 - siehe Schüepp, M. und Urfer, Ch.
 - siehe Uttinger, H.
- La Chapelle, E. - siehe Quervain, M. de
- La Marche, V.C. Jr. and Fritts, H.C. - Tree rings, glacial advance and climate in the Alps. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 7, H. 1/2, 1971, S. 125-131.
- Lang, H. - Einige Angaben über Schmelzwasserspenden von vergletscherten Einzugsgebieten. - Interpraevent 1971, Bd. 4, S. 127-128.
- siehe Jensen, H.
 - Variations in the relation between glacier discharge and meteorological elements. Symposium on the hydrology of glaciers, Cambridge, England, 1969. - Publication No. 95 de l'AISH, 1973, p. 85-94. - Mitteilung Nr. 10 der VAW-ETHZ, 1973.
- Lemans, A. - Der Firnzuwachs pro 1970/71 in einigen schweizerischen Firngebieten. - 58. Bericht, Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Jg. 116, H. 4, 1971, S. 471-479.
- Lillestrand, R.L. - siehe Weber, J.R.
- Lliboutry, L.A. - Les catastrophes glaciaires. - La Recherche, No. 12, 1971, p. 417-425.
- Lorrain, R.D. and Souchez, R.A. - Sorption as a factor in the transport of major cations by meltwaters from an alpine glacier. - Quaternary Research, Vol. 2, No. 2, 1972, p. 253-256.
- Lossev, K. - siehe Quervain, M. de

- Maag, H.U. - Ice-dammed lakes on Axel Heiberg Island, with special reference to the geomorphological effect of the outflowing lake water. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 39-48.
- Markgraf, V. - siehe Fliri, F.
- Martinec, J. - Portable water stage recorder for experimental hydrological measurements. - Proceedings of the Symposium on Hydrometry, IASH-WMO-UNESCO, Koblenz 1970.
- Martinelli, M., Jr. - Snow-fence experiments in alpine areas. - Journal of Glaciology, Vol. 12, 1973, No. 65, p. 291-304.
- Meiman, J.R. - siehe Keller, H.M.
- Michel, B. and Ramseier, R.O. - Classification of river and lake ice. - Canadian Geotechnical Journal, Vol. 8, No. 1, 1971, p. 36-45.
- Müller, F. - Was the Good Friday Glacier on Axel Heiberg Island surging? - Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 6, No. 4, Pt. 2, 1969, p. 891-894.
- Climatological research on Axel Heiberg Island. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 1-3.
- Discussion: The Wisconsin Deglaciation of Canada. IGU/INQUA Symposium Montreal, 1972, p. 231.
- (and others). - (ed.) International Geographical Union. Field Tour Ea 2: Arctic Archipelago I. 22nd International Geographical Congress. - Axel Heiberg Island Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, 56 p.
- Cafilisch, T. und Müller, G. - Das Schweizer Gletscherinventar als ein Beitrag zum Problem der Gletscher-Klimabeziehung. - Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1972, S. 186-187. - Festschrift Gletschergarten Luzern 1872-1972, S. 55-62. - Geographica Helvetica, 28. Jg., H. 2, 1973, S. 103-110.
- and Iken, A. - Velocity fluctuations and water regime of arctic valley glaciers. Symposium on the hydrology of glaciers, Cambridge, 1969. - Publication No. 95 IASH, 1973, p. 165-182.
- Ohmura, A. und Braithwaite, R. - Das North-Water Project, kanadische Hocharktis. - Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, 1972, S. 183-185. - Festschrift Gletschergarten Luzern 1872-1972, S. 62-69. - Geographica Helvetica, 28. Jg., H. 2, 1973, S. 111-117.
- Müller, G. - siehe Müller, F.
- Ergebnisse der täglichen Niederschlagsmessungen
- 1969, hrg. von der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt Zürich, 1970, IV + 186 S. mit 1 Tafel.
- 1970, hrg. 1971, IV + 102 S. mit 1 Tafel
- 1971, hrg. 1972, IV + 107 S. mit 1 Tafel
- 1972, 1. Quartal, hrg. 1972, 24 S.
- 1972, 2. Quartal, hrg. 1973, 24 S.
- Oechslin, M. - Eislawine am Wetterhorn.-Monatsbulletin "Die Alpen", 1970, Nr. 3, S. 50-60.
- Roter Schnee - eine altbekannte Erscheinung aus den Alpen. - Neue Zürcher Zeitung, 1971, Nr. 182, Mittagsausgabe vom 21.4.1971, S. 21.
- Johann Jakob Scheuchzer. 2. August 1672 bis 23. Juni 1733. - Zeitschrift "Die Alpen", 48. Jg., 1972, 2. Quartal, S. 89-93.
- 90 Jahre Gletscherbeobachtungen in der Schweiz. - "Die Alpen", 1973, Nr. 4, S. 101.

- Oeschger, H. - siehe Weiss, R. F.
- Ohmura, A. - Heat and water balance on arctic tundra. - International Geography, Vol. I, University of Toronto Press, 1972, p. 175-176.
 - Ocean-tundra-glacier interaction model. - ibid., Vol. II, 1972, p. 919-920.
 - Some climatological notes on the expedition area. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 5-13.
 - siehe Müller, F.
- Oulianoff, N. - A propos de la catastrophe de Mattmark. - Bulletin mensuel "Les Alpes", 1972, No. 8, p. 160.
 - A propos des "glaciers dangereux". - Bulletin technique de la Suisse Romande, 98e année, No. 18, 1972, p. 299-302.
- Peyer, I. - Gletscherbeobachtung mit der Kamera (Unteraargletscher). - Alpen, Bd. 47, 1971, S. 41-42.
 - La progression des glaciers à travers l'objectif. - Bulletin mensuel "Les Alpes", 1971, No. 3, p. 41-42.
- Pont, A. - Mattmark: les causes présumées de la chute catastrophique de 1965. - Revue "Les Alpes", 48e année, 1972, 2e trimestre, p. 124-128.
- Portmann, J.-P. - Géomorphologie de l'aire myriamétrique de Poste-de-la-Baleine (Nouveau Québec). - Cahiers de Géographie de Québec, 15e année, No. 34, 1971, p. 53-76.
 - Présence de moraine de fond à Poste-de-la-Baleine (Nouveau Québec). - ibid., 14e année, No. 32, 1970, p. 231-251.
 - Louis Agassiz (1807-1873). - Zeitschrift "Die Alpen", 49. Jg., 1973, 4. Quartal, S. 243-245.
- Primault, B. - Du risque de gel et de sa prévision. - Veröffentlichungen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 20, 1971, 17 p.
- Quervain, M. de - Bericht über die Tätigkeit des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung 1969/70. - Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 122, Nr. 10, 1971.
 - 1970/71. - ibid., 123, Nr. 10, 1972, S. 696-706.
 - 1971/72. - ibid., 124, Nr. 10, 1973, S. 784-794.
 - Frutiger, H., Schild, M. und Sommerhalder E. - Lawinenschutz in Graubünden. - Strasse und Verkehr, Jg. 57, Nr. 6, 1971, S. 275-281.
 - La Chapelle, E., Lossev, K., de Crécy, L. und Shoda, M. - International Avalanche Classification. - Bulletin IAHS, Vol. 18, No. 4, December 1973.
- Ramseier, R.O. - Formation of primary ice layers. IAHR Symposium: ice and its action on hydraulic structures, 1970, paper 3.1, 8 p. 1971.
 - Mechanical behaviour of ice at high temperature. - Bulletin of the American Physical Society, Ser. 2, Vol. 15, No. 6, 1970, p. 812 (abstract).
 - siehe Michel, B.
- Rieben, E. - Les travaux de défense contre les avalanches. - Bulletin mensuel "Les Alpes", 1971, no 11, p. 257-261.
- Roesli, F.J. - Der Gletschergarten in Luzern. - Schriftreihe "Luzern im Wandel der Zeiten", Heft 7, 1957.
- Röthlisberger, H. - Review of "Icefield ranges research project, scientific results", Vol. 1 (1969) and Vol. 2 (1970). - In "Ice", No. 37, 1971, p. 18-19.

- Seismic exploration in cold regions.-CRREL, Cold regions science and engineering monograph, 11-A2a, 1972, 138 p.
- Water pressure in intra- and subglacial channels, - Journal of Glaciology, Vol. 11, No. 62, 1972, p. 177-203. - Mitteilung Nr. 10 der VAW-ETHZ, 1973.
- Roulet, M. - siehe Huber, H.
- Ruprecht, W. - Protezione antivalanghe alla Gane di Sant'Antonio. - Route et trafic, année 57, No. 12, 1971, p. 643-647.
- Rutishauser, H. - Ein Versuch der Korrelation von Zungenänderungen eines Einzelgletschers mit ortsfremden Temperaturmessungen (erläutert am Beispiel des Tschingelgletschers). - Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft, Bern, Bd.28, 1971, S. 3-15.
- Observations on a surging glacier in East Greenland. - Journal of Glaciology, Vol. 10, 1971, p. 227-236.
- Rutsch, R. F. - Eine vergessene Veröffentlichung über erratische Blöcke. - Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. Neue Folge, Bd. 27, 1970, p. 6-8.
- Rychetnik, J. - Mittlere und extreme Schneehöhen im Versuchsgebiet Stillberg 1959/60 - 1969/70. - Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 168-178.
- Schaerer, P. A. - Variation of ground snow loads in British Columbia. - Proceedings of the Western Snow Conference, 38th annual meeting, 1970, p. 44-48.
- Planning defences against avalanches. - Canadian Geotechnical Journal, Vol. 7, No. 4, 1970, p. 397-404.
- Schazmann, P.-E. - Le déchiffrement des glaciers. - Revue "Les Alpes", 48e année, 1972, 2e trim., p. 120-124.
- Schifferli-Amrein, M. und Wick, P. - Die Entdeckung und Entwicklung des Gletschergartens Luzern 1872-1972. - Festschrift Gletschergarten Luzern, Geographica Helvetica, 28. Jg., 1973, Heft 2, S. 3 - 16.
- Die Gletschertöpfe im Gletschergarten von Luzern. - ibid., S. 17 - 20.
- Schild, M. - siehe Quervain, M. de
- und Gliott, S. - Schnee- und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 43 - 88.
- Winter 1971/72. ibid., Nr. 36, 1973, S. 47 - 91.
- und Gliott, S. - Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 89 - 153.
- Winter 1971/72. ibid., Nr. 36, 1973, S. 92 - 135.
- Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen:
 - Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, mit Beiträgen von Beck, E., Föhn, P., Gliott, S., Good, W., Quervain, M. de, Rychetnik, J., Schild, M. und Wakabayashi, R., 180 S.
 - Winter 1971/72. ibid., Nr. 36, 1973, mit Beiträgen von Beck, E., Föhn, P., Gliott, S., Quervain, M. de und Schild, M., 137 S.
- Schüepp, M. - Klimatologie der Schweiz, G, Wind, 1.-3. Teil: Windverteilung, Synoptisches Stationsnetz, Häufigkeiten der Windrichtungen und der Windstärken, Klimatologisches Stationsnetz. - Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, 108. Jg., 1971.

- und Urfer, Ch. - *Klimatologie der Schweiz*, D, Luftfeuchtigkeit, Relative Feuchtigkeit: Monats- und Jahresmittel, Häufigkeitsverteilungen, Jahresgang; Dampfdruck: Monats- und Jahresmittel; Kombinierte Häufigkeitsverteilung Temperatur - Relative Feuchtigkeit. - Beiheft zu den *Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt*, 107. Jg., 1970.
- Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt:
- siehe *Annalen*
 - siehe *Klimatologie*
 - siehe *Niederschlagsmessung*
- Sevruk, B.
- *Precipitation measurements by means of storage gauges with stereo and horizontal orifices in the Baye de Montreux watershed.* - Geilø symposium on distribution of precipitation in mountainous areas, Vol. II, WMO, Nr. 326.
 - *Evaporation losses from storage gauges.* - *ibid.*
 - *Vergleichende Niederschlagsmessungen mit hangparallelen Auffangflächen auf der Cape au Moine (Baye de Montreux).* - *Wetter und Leben*, Jg. 24, 1972, S. 190-197.
 - *Initial wetting losses incurred by ground level stereo-gauges.* - *Water Resources Research*, Vol. 9, Nr. 3, 1973, p. 759-763.
 - *Erfahrungen mit Totalisatoren mit schiefen, geneigten und bodenebenen Auffangflächen im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.* - *Veröffentlichungen der MZA*, Nr. 30, 1973, S. 1-21.
 - *Einfluss der Temperatur auf die Messung des Niederschlags mit Totalisatoren.* - *ibid.*, S. 22 - 44.
 - *Einfluss des wachsenden Waldes auf die Niederschlagsmessung im Einzugsgebiet der Baye de Montreux.* - *Wetter und Leben*, Vol. 25, Nr. 1 - 2, 1973, S. 1 - 6.
- Shoda, M.
- siehe Quervain, M. de
- Sommerhalder, E.
- siehe Quervain, M. de
- Souchez, R. A.
- siehe Lorrain, R. D.
- Stauffer, B.
- siehe Bucher, P.
- Urfer, Ch.
- siehe Schüepp, M.
- Uttinger, H.
- *Klimatologie der Schweiz*, E, Niederschlag, 5. - 8. Teil. Niederschlag, Niederschlagshäufigkeit: Allgemeines, Zahl der Tage mit Niederschlagsmengen über 1 mm und ihre Veränderlichkeit. - Beiheft zu den *Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt*, 106. Jg., 1969.
- Veyret, P.
- *Observations récentes sur deux glaciers du massif du Mont Blanc.* - *Annalen der Meteorologie*, Neue Folge, Nr. 5, 1971, p. 219-220.
 - *Processus de l'érosion et de l'accumulation glaciaires en action. Observations sur certains glaciers en crue du massif du Mont Blanc (étés 1968-1970).* - *Revue de Géographie Alpine*, Tome 59, fasc. 2, 1971, p. 155-170.
- Viglezio, G.
- *Opere anti valangarie eseguite e da eseguire.* - *Valle Leventina*, anno VII, 1971, p. 23 - 40.
- Wakabayashi, R.
- *Schnee und Lawinen in Japan.* - *Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen*, Winter 1970/71. Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 35, 1972, S. 163-167.
- Wales, R. J.
- *The lateral moraine of the lower Arolla Glacier.* - *Geographical Articles (Cambridge)*, Nr. 8, 1967, p. 8 - 16.

- Weber, J.R. and Andrieux, P. - Radar soundings on the Penny Ice Cap, Baffin Island. - Journal of Glaciology, Vol. 9, No. 55, 1970, p. 49 - 54.
- and Lillestrand, R. L. - Measurement of tilt of a frozen sea. - Nature, Vol. 229, No. 5286, 1971, p. 550-551.
- Weiss, R. S. , Bucher, P. , Oeschger, H. and Craig, H. - Compositional variations in gases in temperate glaciers. - Earth and Planetary Science Letters, Vol. 16, No. 2, 1972, p. 178 - 184. - Eos (Transactions American Geophysical Union), Vol. 50, No. 4, 1969, p. 142 (abstract).
- Whalley, W. B. - An exposure of ice on the distal side of a lateral moraine, (Corresp.). - Journal of Glaciology, Vol. 12, No. 65, 1973, p. 327-330.
- Wick, P. - siehe Schifferli-Amrein, M.
- Widrig, J. - Die Lawine am Gonzen. - Terra plana, Nr. 4, Winter 1971/72, S. 60 - 66.
- Yen, Y.-C. and Zehnder, A. - Melting heat transfer with water jet. - International Journal of Heat and Mass transfer, Vol. 16, No. 1, 1973, p. 219 - 223.
- Young, G. J. - Snow sampling at the end of winter, Wolf River basin. - Axel Heiberg Research Reports, Mc Gill University, Montreal, 1972, IV, p. 19 - 23.
- White Glacier mass balance. - ibid. p. 25 - 30.
- Zehnder, A. - siehe Yen, Y.-C.
- Zingg, Th. - Ueber Schnee- und Eisverhältnisse in Graubünden. - Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie, Vol. 33, 1971, Fasc. 1, S. 382 - 385.
- Zobl, M. - siehe Ambach, W.

Index des rapports annuels parus jusqu'aujourd'hui:

Les rapports sur les variations des glaciers suisses ont été créés en 1880 par F. A. Forel (1841 - 1912) et ont été rédigés par:

Nos. 1 (1880) à 15 (1893/94): F. A. Forel
Nos. 16 (1894/95) à 17 (1895/96): F. A. Forel et L. du Pasquier
Nos. 18 (1896/97) à 27 (1905/06): F. A. Forel, M. Lugeon et E. Muret
No. 28 (1906/07) : F. A. Forel, E. Muret, P. Ls. Mercanton et E. Argand
Nos. 29 (1907/08) à 32 (1910/11): F. A. Forel, E. Muret et P. Ls. Mercanton
Nos. 33 (1911/12) à 34 (1912/13): E. Muret et P. Ls. Mercanton
Nos. 35 (1913/14) à 70 (1948/49): P. Ls. Mercanton
Nos. 71 (1949/50) à 75 (1953/54): P. Ls. Mercanton et A. Renaud
Nos. 76 (1954/55) à 83 (1961/62): A. Renaud
Nos. 84 (1962/63) à 91 (1969/70): P. Kasser
Nos. 92 (1970/71) : P. Kasser et M. Aellen

Ils ont paru dans les périodiques suivants:

Nos. 1 et 2 : Echo des Alpes XVII et XVIII, Genève 1881 et 1882
Nos. 3 à 44 : Annuaire du CAS, vol. XVIII à LVIII, Berne 1883 à 1924
Nos. 45 à 92 : Les Alpes, vol. 1 à 48, Berne 1925 à 1972
Nos. 71 à 75 : sans tableaux
Nos. 85 à 92 : extraits des rapports complets.