DIE GLETSCHER DER SCHWEIZER ALPEN 1969—1970

(91. BERICHT)

von

PETER KASSER

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

Publikation der
Gletscherkommission
der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft (SNG)

BERN – Buchdruckerei Stämpfli + Cie AG, 1972

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 Berichterstatter 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 udn 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

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 91:	Die Alpen, Jahrgänge 1 bis 46, Bern 1925 - 1971,
	Nr. 71 bis 75 ohne Tabellen
	Nr. 85 bis 91 gekürzt.

D I E G L E T S C H E R
D E R S C H W E I Z E R A L P E N

1969 - 1970

von

PETER KASSER

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

91. BERICHT

PUBLIKATION DER GLETSCHERKOMMISSION
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG)

Publikation der Gletscherkommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG)

Druck von Stämpfli & Co., Bern, 1972

Erhältlich beim
Delegierten für Gletscherbeobachtungen
der Gletscherkommission der SNG:
c/o Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie
Voltastrasse 24, CH-8044 Zürich.

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
	Robert Haefeli, Präsident, Zürich	1943
	Marcel de Quervain, Vizepräsident, Davos	1958
	Hans Röthlisberger, Sekretär, Zürich	1965
	André Flotron, Meiringen	1972
	Claus Jaccard, Neuenburg	1965
	Peter Kasser, Zürich	1948
	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 Beobachtungsresultate 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, Oktober 1972.

VORWORT

Die ursprüngliche wissenschaftliche Zielsetzung für die Gletscherberichte durch F.A. Forel im Jahre 1880, die Gletscherstände zu beobachten, um den Mechanismus ihrer Veränderungen und insbesondere deren Beziehungen zu den Klimaschwankungen zu erforschen, ist auch heute noch gültig. Die Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen der Gletscher und die grosse Zahl von Parametern, die notwendig sind, um einen Gletscher und sein Verhalten befriedigend zu beschreiben, sind wohl die Ursachen dafür, dass es bisher nicht gelungen ist, in der Natur wenige, sogenannte repräsentative Gletscher zu finden, deren Beobachtung zur Lösung der eingangs definierten Probleme genügt. Neben der umfassenden, aufwendigen Untersuchung einzelner ausgewählter Gletscher ist auch die einfache Messung der Lageänderung möglichst vieler Zungenenden wichtig, wobei vor allem die langjährigen Reihen weiterzuführen sind und dem Ausbau und der Erhaltung des hydrometeorologischen Klimanetzes alle Aufmerksamkeit zu schenken ist. Durch die jährlichen Gletscherberichte sollen die Messwerte allen Interessenten, denen sich wissenschaftliche oder technische Probleme im Zusammenhang mit Gletschern stellen, als Arbeitsgrundlage zur Verfügung gestellt werden.

Die hydroglaziologischen Aufgaben, die sich seit rund fünfzig Jahren bei der Projektierung von Wasserkraftanlagen und seit bald zwanzig Jahren bei deren Betrieb gestellt haben, verlangten einen Ausbau der Beobachtungen. Gesamtwasserwirtschaftliche Ueberlegungen und das Problem der sogenannten gefährlichen Gletscher werden in Zukunft zusätzliche Anforderungen an die Information stellen. Neue technische Hilfsmittel erhöhen die Qualität der Messungen. Beim Ausbau des Beobachtungsnetzes ist heute immer mehr auch die wissenschaftliche Entwicklung der Glaziologie zu berücksichtigen.

Im Bestreben, diesen Ansprüchen zu genügen, müssen die vollständigen jährlichen Gletscherberichte immer umfangreicher gestaltet werden. Sie nehmen den Charakter eines Jahrbuches an, das sich an Glaziologen und Ingenieure wendet und den Rahmen eines ergänzten Sonderdruckes aus der Zeitschrift "Die Alpen" übersteigt. Durch die Trennung in eine Publikation, die sich an Fachleute wendet, und in den Bericht in der Zeitschrift "Die Alpen" soll auch den unterschiedlichen Leserkreisen Rechnung getragen werden. Die Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft dankt dem Schweizerischen Alpenklub dafür, dass er ihrem Bericht über den Stand der Gletscher seit dem Jahre 1883 Gastrecht gewährt. Da die Alpinisten von jeher naturgemäss in hohem Masse an den Gletschern interessiert sind, wird diese gute Zusammenarbeit wohl auch in Zukunft andauern. Gleichzeitig möchte die Kommission den Benützern aus Wissenschaft und Technik mit der vorliegenden umfangreicheren Publikation besser dienen.

Zahlreiche Institutionen und freie Mitarbeiter leisten Jahr für Jahr Beiträge zum Gletscherbericht, indem sie Messungen ausführen, Daten liefern oder sonst in irgendeiner Weise mitwirken. Ihnen allen gilt der Dank der Gletscherkommission, die diese Hilfe zu schätzen weiss. Die Vermessung vieler Zungenenden durch die Forstingenieure geht auf eine Anregung zurück, welche die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft im Jahre 1892 dem damaligen Eidgenössischen Departement für Industrie und Landwirtschaft unterbreitete. Dessen Vorsteher, Bundesrat Deucher, vermittelte im Jahre 1893 über die Regierungen der Kantone die Zusammenarbeit zwischen den kantonalen Forstinspektionen und der Gletscherkommission, wobei die Messresultate vom damaligen Oberforstinspektor J. Coaz gesammelt wurden. Besonderer Dank gebührt der Eidgenössischen Landestopographie, deren Dienste vor allem für Vermessungsflüge und kartographische Reproduktionsarbeiten immer wichtiger werden. Auch

diese Mitarbeit knüpft an alte Zeiten an, hat doch die, bei Beginn noch Topographisches Bureau benannte Landestopographie unter Siegfried, Dumur und Held bei der Rhonegletschervermessung in den Jahren 1874 bis 1918 die Hauptlast getragen. Es sei ferner an die Bedeutung der Vermessungsflüge und Uebersichtspläne erinnert, die durch die Eidgenössische Vermessungsdirektion betreut werden. Das Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich trägt immer wieder wesentliches zu den Messungen bei, indem es die Glaziologen vermessungstechnisch berät, wissenschaftliche Auswertungen durchführt und seine Einrichtungen bereitwillig zur Verfügung stellt. Von den Institutionen des Bundes ist ferner das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft zu nennen, dem ein gut überwachtes Netz von hydrographischen Stationen zu verdanken ist, mit der Musterstation an der Massa, die im Frühjahr 1965 ihren Betrieb aufgenommen hat. Dieses Amt hat zur Zeit von Direktor Collet und Dr. Lütschg-Loetscher, besonders in den Jahren nach 1918 auch viel zu den Gletscherbeobachtungen beigetragen. Für die Klimawerte liefert die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt den grössten Teil der Unterlagen. Die Erhaltung und der Ausbau des Klimanetzes im Hochgebirge sind für die Glaziologen von grösster Wichtigkeit. Klimadaten über die Schneedecke und eine Zusammenfassung über die Lawinen werden vom Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung zur Verfügung gestellt und ergänzen den Gletscherbericht. Die hydrologische und glaziologische Abteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich führt viele Messungen an Gletschern und an der Schneedecke selber durch, sammelt und bearbeitet seit dem Jahre 1964 die Messresultate und archiviert die Dokumente. Die Gletscherkommission freut sich, auf die Mitarbeit der Direktionen und des Personals der erwähnten staatlichen Institutionen auch in Zukunft zählen zu dürfen und dankt auch den zahlreichen freien Mitarbeitern, die Jahr für Jahr ihr Programm durchführen.

Die Gletscherkommission schliesst auch die Kraftwerksgesellschaften in ihren Dank ein, die ihre Beobachtungsresultate für den Gletscherbericht zur Verfügung stellen. Die ältesteten ununterbrochenen Reihen liefern die Kraftwerke Oberhasli AG, die durch das Vermessungsbureau Flotron in Meiringen seit mehr als vierzig Jahren jährlich Profilaufnahmen und Bewegungsmessungen am Unteraar- und seit 26 Jahren auch am Oberaargletscher ausführen lassen. Die Kraftwerke Mattmark AG beobachten die Niederschläge und Gletscherveränderungen in ihrem Gebiet und haben einen Beitrag an die Karte 1 : 10 000 der Mattmark-Gletscher, die diesem Bericht beiliegt, geleistet. Die Kraftwerke Mauvoisin AG stellen freundlicherweise die Resultate der an den Gletschern Giétro und Corbassière durchgeführten Messungen zur Verfügung. Die Haushaltsmessungen am Griesgletscher werden im Zusammenhang mit Arbeiten für die Kraftwerke Aegina AG, diejenigen an den Gletschern Limmern und Plattalva mit solchen für die Linth-Limmern AG durchgeführt. Eng verknüpft mit vielen Gletschern ist die S.A. de la Grande Dixence, deren Betriebsprobleme zentral mit glaziologischen Fragen zusammenhängen.

Mit dem jährlichen Gletscherbericht möchte die Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft einer Koordinationsaufgabe gerecht werden, indem sie die Daten, welche von einer grossen Zahl von Mitarbeitern stammen, sammelt, sichtet und für alle Interessenten publiziert. Sie ist bestrebt, die Kontinuität langer Beobachtungsreihen zu erhalten und gleichzeitig das Beobachtungsnetz und die Berichterstattung dauernd zu verbessern und dem neuesten Stand anzupassen.

Für die Gletscherkommission

Der Präsident: R. Haefeli

Der Delegierte für die Gletscherbeobachtungen: P. Kasser

Zürich, Oktober 1972

INHALT

Seite

Inhaltsverzeichnis 6

1 HYDROMETEOROLOGISCHE BEOBACHTUNGEN 8

WITTERUNGS- UND SCHNEEVERHAELTNISSE 1.10.1969 - 30.9.1970 8

a) Der Winter 8

b) Der Sommer 8

Tabelle 1 : Summe der positiven Tagesmittel der Temperaturen von Mai bis September 1968, 1969 und 1970 9

Abbildung 1: Niederschlag, Temperatur, Sonnenscheindauer und Abfluss 1969/70 10

Tabelle 2 und 3: Niederschlag, Temperatur, Summe der Tagestemperaturen über 0°C, Sonnenscheindauer und Abfluss; für Monate, Winter, Sommer und Jahr
Tabelle 2: Werte für 1969/70 12

Tabelle 3: Standardisierte Abweichungen q für 1969/70 14

c) Das Haushaltsjahr 16

Tabelle 4 : Daten über die Schneedecke im Winter 1969/70 16

2 SCHNEE UND LAWINEN IM WINTER 1969/70 17

3 GLETSCHER - BEOBACHTUNGEN 18

3.1 Tätigkeit und besondere Ereignisse 18

3.2 Lageänderung der Gletscherenden 21

Tabelle 5 : Lageänderung der Gletscherenden 1967/68 - 1969/70, Zusammenfassung 22

Abbildung 2: Lageänderung der Gletscherenden in den Schweizer Alpen 1891/92-1969/70 23

Tabelle 6 : Lageänderung der Gletscherenden 1968/69 und 1969/70 24

Abbildung 3: Zungenstände des Allalingletschers 1954 - 1970 35

Tabelle 7 : Anzahl der Gletscher im Vorstoss und im Rückzug, in Prozent der Gesamtzahl der beobachteten Gletscher, von 1890/91 - 1969/70 36

3.3 Photographien

Bildlegenden 38

Oberer Grindelwaldgletscher 13.8.1970

Rhonegletscher 18.9.1970

Rhonegletscher 18.8.1848

Rhonegletscher 22.9.1970

Oberer Grindelwaldgletscher 31.10.1970

3.4 Massenbilanzen

Seite

Tabelle 8 : Massenbilanzen einiger Gletscher für die Jahre 1967/68 - 1969/70 39

Tabelle 9 : Griesgletscher, mittlere spezifische Massenbilanz 1969/70 für Höhenstufen von je 100 m 40

Abbildung 4: Griesgletscher, Massenbilanz 1969/70 41

Tabelle 10 : Griesgletscher, hydrologische Bilanzen 1961/62 - 1969/70 42

Tabelle 11 : Aletschgletscher, hydrologische Bilanzen 1964/65 - 1969/70 43

Tabelle 12 : Limmern- und Plattalvagletscher, mittlere spezifische Massenbilanz 1969/70 für Höhenstufen von je 100 m. 45

Tabelle 13 : Silvrettagletscher, mittlere spezifische Massenbilanz 1969/70 für Höhenstufen von je 100 m. 45

Abbildung 5: Limmern- und Plattalvagletscher, Massenbilanz 1969/70 46

Abbildung 6: Silvrettagletscher, Massenbilanz 1969/70 47

Tabelle 14 : Winterschneedecke, spezifische Massenbilanz und Höhenänderung der Gletscheroberfläche in ausgewählten Punkten verschiedener Gletscher im Jahre 1969/70 48

3.5 Messungen an den Gletschern des Mattmarkgebietes 53

Tabelle 15 : Gletscher des Mattmarkgebietes, Aenderung der Flächen, Volumina, und mittleren Höhen der Oberfläche zwischen der Ständen 1932, 1946 1956 und 1967 54

Tabelle 16 : Gletscher des Mattmarkgebietes 1956/67, Werte für Höhenstufen von je 50m

a) Flächen 1956 55

b) Flächen 1967 56

c) Flächenänderungen 1956/67 57

d) Volumenänderungen 1956/67 58

e) Höhenänderungen 1956/67, in m 59

f) Höhenänderungen 1956/67, in cm/Jahr 60

3.6 Messungen an den Aaregletschern 61

Tabelle 17 : Aaregletscher im Jahre 1969/70 - Zusammenfassung der Hauptresultate. 62

Abbildung 7: Kurzzeitige Geschwindigkeitsmessungen im Querprofil Pavillon Dollfuss, 1969/70 63

Tabelle 18 : Aaregletscher im Jahr 1969/70. - Kurzzeitige Geschwindigkeitsmessungen im Querprofil Pavillon Dollfuss. 64

4 VERZEICHNIS VON PUBLIKATIONEN 66

Beilage: KARTE DER MATTMARK - GLETSCHER 1 : 10 000

1. HYDROMETEOROLOGISCHE BEOBACHTUNGEN

WITTERUNGS- UND SCHNEEVERHAELTNISSE VOM 1. OKTOBER 1969 BIS 30. SEPTEMBER 1970

Mit Daten aus den Jahrbüchern der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA) und des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft (A+W) ist der Klimacharakter des Berichtsjahres in Abbildung 1 graphisch dargestellt. Für Niederschlag, Sonnenscheindauer und Abfluss ist das Verhältnis der aktuellen Werte zu den langjährigen Mittelwerten aufgezeichnet, für die Temperaturen die Abweichung von den Mittelwerten. Der Publikation von A. Lemans, "Der Firnzuwachs pro 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten, 57. Bericht", sind die Angaben über Temperatursummen in Tabelle 1 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 Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich. Der Kurzbericht über Schnee und Lawinen im Winter 1969/70 stammt von M. Schild (SLF); für eingehende Darstellungen verweisen wir auf das Jahrbuch des SLF. Allen diesen Institutionen und ihren Mitarbeitern sei für ihre Hilfe gedankt.

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

Dem überall zu trockenen und zu warmen Oktober folgte ein in den meisten Gebieten normaler November. Nur die Niederschläge im Engadin waren deutlich grösser als der Normalwert. Zwischen dem 5. und 17. November kam die Ablationsperiode zum Abschluss, indem alle Gletscher eingeschneit wurden. Die nur dünne Schneedecke überdauerte den sehr kalten Dezember und den relativ milden Januar. Erst in den Monaten Februar und April fielen überall sehr grosse Schneemengen, ausser auf der Alpensüdseite und im Engadin, wo der Zuwachs die langjährigen Mittelwerte nur knapp übertraf. In den allgemein zu kalten Monaten März und April blieben Alpen und Jura bis auf etwa 1000 Meter über Meer hinunter eingeschneit. Im Winterhalbjahr war es überall zu kalt, während die Niederschlagssummen auf der Alpennordseite mässig und im inneralpinen Raum ziemlich stark über dem Durchschnitt lagen, im Engadin dagegen normal waren und auf der Alpensüdseite die Mittelwerte stellenweise nicht erreichten.

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

Die Monate Mai, Juni und Juli brachten überall normale oder etwas zu geringe Niederschlagsmengen. Weil der Mai, vor allem im inneralpinen Raum, deutlich zu kalt war und auch in den ersten Junitagen die langjährigen Mittelwerte der Temperaturen nicht erreicht wurden, setzte der Abbau der Schneedecke auf den Gletscherzungen nur zögernd ein. Wie die Abflussmengen von Gletscherbächen zeigen, kam die Schneeschmelze erst in der zweiten Junidekade richtig in Gang. Wie der

Juni, war auch der Juli eher ungünstig für die Gletscher, während der August bei ungefähr normalen Temperaturen überall reichlich Niederschlag brachte, ausser im Wallis und auf der Alpensüdseite, wo auch die Niederschläge normal waren. Im September war die Ablation auf den Gletschern vor allem im Wallis und auf der Alpennordseite bei relativ geringen Niederschlägen noch überdurchschnittlich. Genau mit dem Wetterumsturz vom 30.September ging die Ablationsperiode des Sommers 1970 zu Ende. In den betrachteten Stationen wichen die Temperaturmittel der Sommerperiode nur unwesentlich von den Normalwerten ab, mit Ausnahme von Zermatt und Bever, wo es deutlich zu kalt war. Die Sommerniederschläge waren im Wallis und auf der Alpensüdseite zu gering, in den übrigen Gebieten ungefähr normal.

Tabelle 1 [1]. Summe der positiven Tagesmittel der Temperaturen = Σ + °C Mai bis September

Station	Meereshöhe	Mai/Sept. 1968	Mai/Sept. 1969	Mai/Sept. 1970
	m	Σ + °C	Σ + °C	Σ + °C
a) Messstationen				
Gütsch	2287	686	837	849
Säntis 2)	2500	505	694	649
Weissfluhjoch	2667	461	611	599
Jungfraujoch (Sphinx)	3578	52	94	78
Payerne (700 mb) 3)	3100	185	293	322
München (700 mb) 3)	3100	152	270	231
Mailand (700 mb) 3)	3100	254	338	406
b) Extrapolationen für Firngebiete				
Clariden 4)	2700	383	530	544
Clariden 4)	2900	264	399	411
Silvretta 5)	2750	409	553	546
Jungfraufirn (P_3) 6)	3350	90	173	155

1) Auszug aus A. Lemans, "Der Firnzuwachs 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten", 57. 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-Aufstiegen, berechnet von G. Gensler).

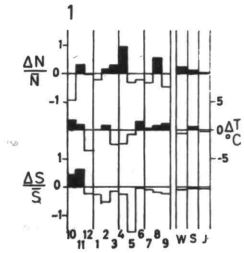
4) Werte reduziert nach Gütsch.

5) Werte reduziert nach Weissfluhjoch.

6) Werte reduziert nach Jungfraujoch-Sphinx.

Abbildung 1

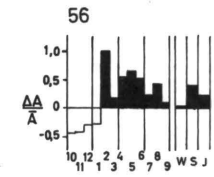
NIEDERSCHLAG, TEMPERATUR, SONNENSCHEINDAUER UND ABFLUSS

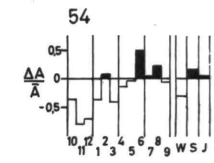


Werte der Monate, der Jahreszeiten und des Jahres 1969/70,
bezogen auf die Mittelwerte der Periode 1931 ÷ 1960 [für Ausnahmen siehe 1)]
10, ..., 9 Monate Oktober 1969 bis September 1970
W = Winter = Oktober bis April
S = Sommer = Mai bis September
J = Jahr = Oktober bis September

1) Ausnahmen:

Nr.	Station	Temperatur	Sonnenscheindauer	Abfluss
2	Jungfraujoch	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



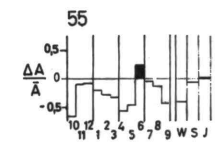


Meteorologische Daten •

Niederschlag $\frac{\Delta N}{\bar{N}} = \frac{\text{Abweichung vom Mittelwert}}{\text{Mittelwert}}$

Temperatur ΔT = Abweichung vom Mittelwert in °C

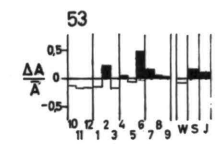
Sonnenscheindauer $\frac{\Delta S}{\bar{S}} = \frac{\text{Abweichung vom Mittelwert}}{\text{Mittelwert}}$



Meteorologische Stationen:

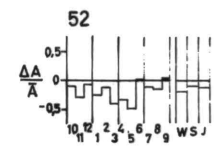
Nr.	Station	m.ü.M.
1	Bern	572
2	Jungfraujoch	3576
3	Montreux	408
4	Sion	549
5	Zermatt	1610
6	Testa Grigia	3488
7	Zürich MZA	569
8	Engelberg	1018

Nr.	Station	m.ü.M.
9	Airolo	1167
10	Locarno - Monti	379
11	St.Gallen	664
12	Säntis	2500
13	Chur	586
14	Davos	1561
15	Bever	1712
16	Brusio	840
17	Grand - St - Bernard	2479



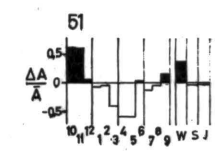
Abflussmengen

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 km²	Einzugsgebiet: Mittlere Höhe m.ü.M.	Einzugsgebiet: 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



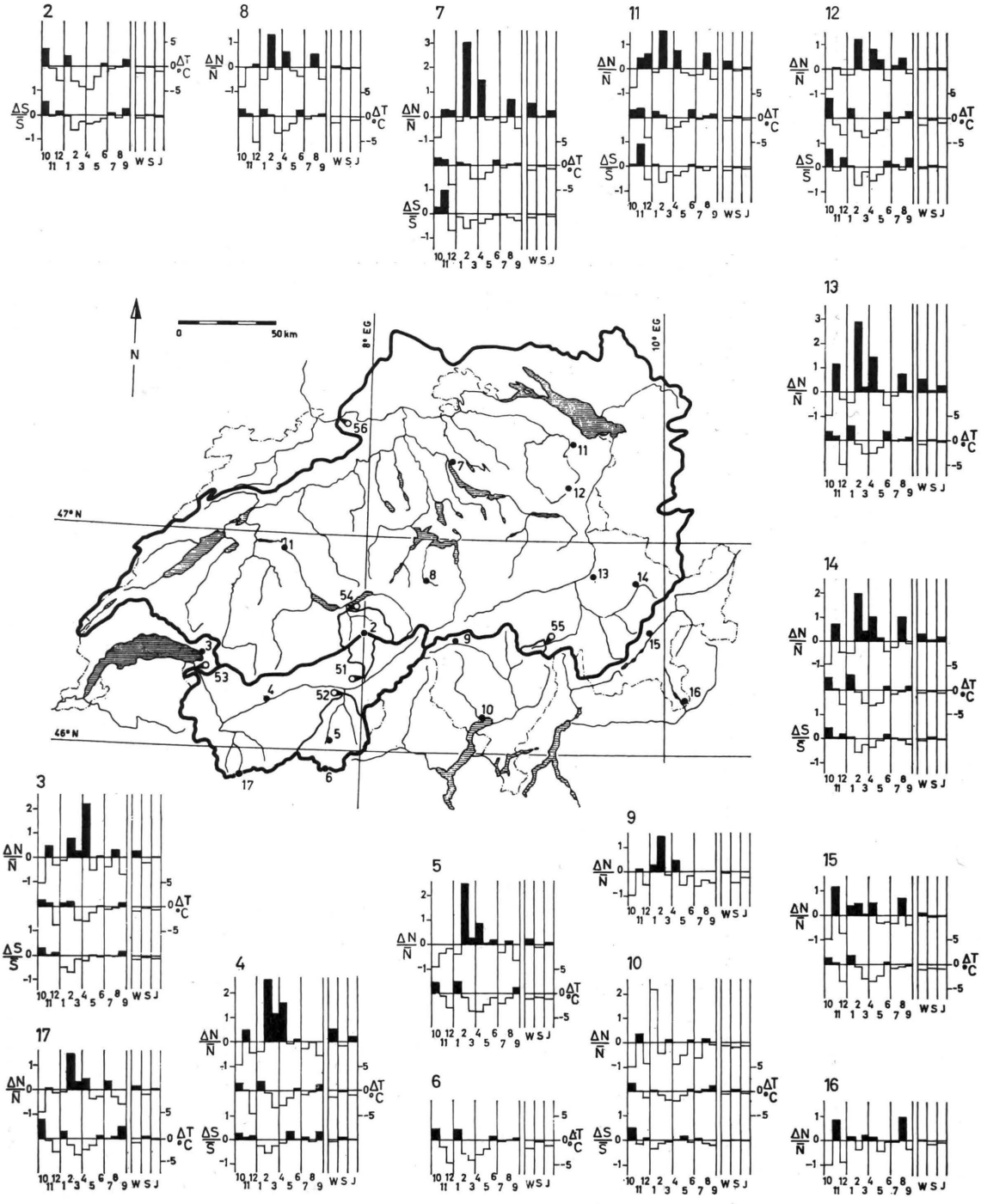

2
8
7
11
12
13
14
15
16
17
3
4
5
6
9
10
N
0
50 km
8° EG
10° EG
47° N
46° N
ΔN/N
ΔS/S
ΔT °C
10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 W S J

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

Tabelle 2 : Niederschlag,Temperatur,Summe der Tagestemperaturen über 0°C, Sonnenscheindauer und Abfluss;für Monate,Winter,Sommer und Jahr.

Valeurs en 1969/70 - Werte für 1969/70

	Station		Mois - Monate											Hiver Winter	Eté Sommer	Année Jahr
	Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 - 4	5 - 9	10 - 9
Précipitations en mm Niederschlag in mm	1	Bern	6	90	52	48	140	78	131	63	96	78	184	56	545	477	1022
	3	Montreux-Clarens	5	132	56	75	138	92	225	55	154	95	212	50	723	566	1289
	4	Sion	3	87	32	36	214	74	79	35	55	36	68	22	525	216	741
	5	Zermatt	4	41	38	27	174	49	88	68	86	36	80	23	421	293	714
	7	Zürich MZA	10	95	80	61	289	61	200	95	149	106	225	56	796	631	1427
	8	Engelberg	22	108	98	56	248	97	189	118	109	198	265	70	818	760	1578
	9	Airolo	0	190	47	118	206	84	180	78	126	61	123	99	825	487	1312
	10	Locarno-Monti	0	204	14	176	37	104	139	100	215	76	260	213	674	864	1538
	11	St. Gallen	20	115	110	75	215	76	161	106	119	124	253	70	772	672	1444
	12	Säntis	31	196	130	156	408	159	306	277	143	356	415	173	1386	1364	2750
	13	Chur	3	131	33	30	223	59	109	72	43	87	182	80	588	464	1052
	14	Davos-Platz	5	112	34	40	226	84	104	91	72	110	255	77	605	605	1210
	15	Bever	1	136	12	60	63	44	68	51	65	71	183	52	384	422	806
	16	Brusio	0	139	5	95	26	62	69	50	99	105	126	61	396	441	837
	17	Grand St.Bernard	17	212	154	178	434	218	265	182	120	169	103	66	1478	640	2118
Indice d'Ecoulement mm Abflusshöhe mm	51	Massa/Blatten b.Naters	146	25	7	4	3	3	7	42	370	554	572	409	195	1947	2142
	52	Vispa/Visp	47	18	16	11	11	9	16	38	194	249	224	155	128	860	988
	53	Rhone/Porte du Scex	54	35	26	24	30	27	53	103	297	265	207	125	249	997	1246
	54	Luetschine/Gsteig	55	25	17	16	26	26	80	176	406	333	332	158	245	1405	1650
	55	Hinterrhein/Hinterrhein	36	50	29	18	11	13	31	134	542	405	334	315	188	1730	1918
	56	Rhein/Rheinfelden	38	37	39	39	104	77	113	153	171	150	143	88	447	705	1152

Tableau 2: continuation
Tabelle 2: Fortsetzung

	Station		Mois - Monate											Hiver Winter	Eté Sommer	Année Jahr
	Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9
Températures en °C Temperatur in °C	1	Bern	10.3	4.8	- 3.5	- 1.0	1.3	2.0	6.2	12.0	17.6	18.2	18.0	15.1	2.9	16.2	8.4
	2	Jungfraujoch	- 2.6	-10.6	-16.1	-12.4	-17.8	-16.9	-14.7	- 8.7	- 2.4	- 1.5	- 1.0	- 1.0	-13.0	- 2.9	- 8.8
	3	Montreux-Clarens	11.6	6.5	- 1.6	1.6	2.9	3.2	7.1	12.8	17.8	19.0	18.6	16.4	4.5	16.9	9.7
	4	Sion	11.7	5.0	- 3.9	1.6	1.3	3.2	7.8	13.7	18.9	19.2	18.7	17.0	3.8	17.5	9.5
	5	Zermatt	6.6	- 1.2	- 7.6	- 3.6	- 5.4	- 4.3	- 0.3	5.6	10.2	11.3	11.1	10.2	- 2.3	9.7	2.7
	6	Testa-Grigia	- 1.4	- 8.6	-14.3	-10.2	-15.5	-14.8	-11.8	- 6.6	- 0.3	0.7	0.8	0.2	-10.9	- 1.0	- 6.8
	7	Zürich MZA	10.0	4.9	- 3.9	- 0.6	0.6	1.7	5.8	11.2	16.9	17.1	17.2	14.4	2.6	15.4	7.9
	8	Engelberg	7.6	2.1	- 7.5	- 1.8	- 1.9	- 2.0	2.2	8.2	13.9	13.8	13.9	11.7	- 0.2	12.3	5.0
	10	Locarno-Monti	13.5	6.9	2.2	2.4	3.5	6.0	9.9	14.4	19.4	20.9	20.4	18.2	6.4	18.7	11.5
	11	St. Gallen	9.1	4.6	- 4.8	- 0.6	0.0	0.8	5.2	10.6	16.4	16.4	16.4	13.6	2.0	14.7	7.3
	12	Säntis	3.5	- 5.7	-10.9	- 7.0	-11.5	-10.6	- 7.4	- 2.4	4.2	4.4	5.4	4.8	- 7.1	3.3	- 2.8
	13	Chur	11.1	5.1	- 4.6	2.2	- 0.2	2.1	6.3	11.6	18.0	17.7	17.4	15.0	3.1	15.9	8.5
	14	Davos-Platz	6.3	- 1.0	- 8.1	- 3.7	- 5.9	- 4.4	- 0.6	4.8	11.4	11.8	11.8	9.7	- 2.5	9.9	2.7
	15	Bever	4.1	- 2.8	-11.6	- 7.7	- 8.1	- 6.3	- 2.2	3.9	10.4	11.1	10.4	8.4	- 4.9	8.8	0.8
	17	Grand St.Bernard	4.1	- 4.6	-10.2	- 7.1	- 9.8	- 9.5	- 5.6	- 0.5	5.3	7.2	7.5	7.1	- 6.1	5.3	- 1.9
Somme des Températures journalières positives Summe der Tagestemperaturen über 0 °C	2	Jungfraujoch	15	0	0	0	0	0	0	0	6	32	24	16	15	78	93
	4	Sion	373	162	5	76	57	113	237	434	582	607	586	514	1023	2723	3746
	5	Zermatt	227	39	0	4	3	11	49	189	327	371	359	323	333	1569	1902
	10	Locarno-Monti	426	213	78	82	103	188	300	450	584	655	618	553	1390	2860	4250
	12	Säntis	131	7	0	0	0	0	4	3	136	161	178	153	142	631	773
	17	Grand St.Bernard	134	14	0	0	0	0	19	28	171	240	238	218	167	895	1062
Durée d'insolation en heures Sonnenscheindauer in Stunden	1	Bern	168	97	35	41	41	125	128	171	221	232	185	208	635	1017	1652
	2	Jungfraujoch	216	96	111	91	37	112	103	115	157	220	174	220	766	886	1652
	3	Montreux-Clarens	155	71	63	32	28	115	123	177	189	221	186	189	587	962	1549
	4	Sion	216	118	108	76	56	129	168	230	236	292	218	254	871	1230	2101
	7	Zürich MZA	136	102	11	41	31	116	105	166	214	231	185	212	542	1008	1550
	10	Locarno-Monti	237	104	125	87	133	175	208	244	231	308	226	200	1069	1209	2278
	11	St. Gallen	118	86	18	48	25	92	92	135	199	206	162	181	479	883	1362
	12	Säntis	267	108	154	112	29	121	65	111	185	190	148	218	856	852	1708
	14	Davos-Platz	189	97	95	90	43	107	102	148	198	201	175	199	723	921	1644

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

Tabelle 3: Niederschlag, Temperatur, Summe der Tagestemperaturen über 0°C, Sonnenscheindauer und Abfluss; für Monate, Winter, Sommer und Jahr.

$$q = \frac{\text{(Valeurs en 1969/70) - (Valeurs moyennes de la période 1930/31-1959/60*)}}{\text{Ecart-type pour la période 1930/31 - 1959/60*}} = \frac{\text{(Werte 1969/70) - (Periodenmittel 1930/31-1959/60*)}}{\text{Streuung für die Periode 1930/31-1959/60*}} = \frac{N - \bar{N}}{s}$$

* Exceptions - Ausnahmen:

Températures - Temperaturen:

2 Jungfraujoch 1938/39-1963/64
6 Testa-Grigia 1952/53-1963/64
10 Locarno-Monti 1935/36-1963/64

Somme des Températures journalières positives:
Summe der Tagestemperaturen über 0°C:
2 Jungfraujoch 1934/35-1959/60
10 Locarno-Monti 1935/36-1959/60

Durée d'insolation-Sonnenscheindauer:
2 Jungfraujoch 1931/32-1960/61
4 Sion 1941/42-1963/64
10 Locarno-Monti 1931/32-1960/61
11 St. Gallen 1956/57-1963/64

Ecoulement - Abfluss:
51 Massa / Massaboden 1931/32-1960/61
55 Hinterrhein / Hinterrhein 1945/46-1963/64

	Station		Mois - Monate											Hiver Winter	Eté Sommer	Année Jahr
	Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9
Précipitations en mm Niederschlag in mm	1	Bern	-1.4	0.4	-0.0	-0.4	2.0	0.4	1.9	-0.8	-0.7	-0.7	1.3	-1.0	0.8	0.6	0.2
	3	Montreux-Clarens	-1.1	0.8	-0.4	-0.1	1.3	0.6	4.6	-1.0	0.4	-0.7	1.1	-1.2	1.5	-0.5	0.8
	4	Sion	-1.2	0.5	-0.6	-0.8	2.7	1.4	2.2	-0.2	0.2	-0.7	-0.0	-1.0	1.4	-0.9	1.0
	5	Zermatt	-1.3	-0.4	-0.2	-0.8	2.9	0.4	1.5	0.1	0.4	-0.7	0.3	-1.1	0.7	-0.5	0.3
	7	Zürich MZA	-1.2	0.3	0.4	-0.4	4.5	-1.2	0.3	-0.2	0.3	-0.7	1.5	-1.0	2.3	0.0	1.4
	8	Engelberg	-1.5	-0.0	0.2	-1.5	2.3	-1.4	2.0	-0.4	-1.5	0.1	2.1	-1.3	0.4	-0.4	0.0
	9	Airolo	-1.4	0.1	-0.7	0.5	1.8	-1.6	0.7	-1.0	-0.3	-1.0	-0.5	-0.6	-0.0(2)	-1.5	-1.0
	10	Locarno-Monti	-1.4	0.4	-1.0	2.1	-0.4	0.1	0.1	-1.2	0.2	-1.1	0.2	0.1	-0.3	-0.7	-0.7
	11	St. Gallen	-1.3	0.3	1.2	-0.5	2.8	0.1	1.8	-0.5	-0.8	-0.7	1.7	-1.0	1.6	-0.4	0.7
	12	Säntis	1.1	0.0	-0.5	-0.6	2.0	-0.1	1.7	0.7	-1.3	0.5	1.2	-0.4	0.3	0.5	0.5
	13	Chur	-1.5	1.3	-0.4	-0.9	3.2	0.3	3.0	0.1	-1.3	-0.4	1.6	0.0	1.9	0.1	1.7
	14	Davos-Platz	-1.4	0.8	-0.6	-0.8	2.3	0.6	2.0	0.4	-1.2	-1.0	2.8	-0.2	1.1	0.6	1.4
	15	Bever	-1.3	1.6	-0.9	0.5	0.5	0.1	0.9	-0.8	-0.7	-1.0	1.6	-0.6	0.3	-0.4	-0.0
	16	Brusio	-1.3	1.1	-1.1	1.8	-0.4	0.3	0.3	-1.3	-0.2	-0.2	0.2	-0.6	0.1	-0.8	-0.5
	17	Grand St.Bernard	-1.7	0.1	-0.2	-0.2	2.5	0.6	0.9	-0.1	-0.7	0.9	-0.8	-1.2	0.6	-1.2	0.1
Indice d'Ecoulement mm Abflusshöhe mm	51	Massa/Blatten b.Naters	1.9	2.2	0.3	-0.2	-0.1	-0.6	-0.9	-1.2	0.2	-0.3	-0.1	0.7	1.7	-0.1	0.1
	52	Vispa/Visp	-0.4	-1.1	-0.3	-1.4	-0.6	-1.8	-0.8	-1.3	0.1	-0.5	-0.9	0.3	-1.2	-0.7	-0.9
	53	Rhone/Porte du Scex	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	0.9	-0.6	0.3	-0.1	2.2	1.1	1.0	0.3	-0.3	1.7	1.1
	54	Luetschine/Gsteig	-0.9	-1.0	-1.1	-0.6	0.2	-1.1	-0.3	-0.0	2.6	0.4	1.7	-0.1	-1.1	1.6	0.6
	55	Hinterrhein/Hinterrhein	-0.9	-0.1	-0.2	-0.6	-0.8	-0.8	-1.2	-1.4	1.1	-0.1	-0.3	1.2	-1.2	0.2	-0.2
	56	Rhein/Rheinfelden	-1.3	-0.9	-0.7	-0.7	2.7	0.7	2.5	3.4	2.9	1.1	1.6	0.3	0.2	2.3	1.3

Tableau 3 : continuation
Tabelle 3 : Fortsetzung

	Station		Mois - Monate											Hiver Winter	Eté Sommer	Année Jahr
	Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9
Températures en °C Temperatur in °C	1	Bern	1.5	0.8	-1.9	0.1	0.3	-1.3	-1.5	-0.4	1.1	0.3	0.6	0.7	-0.8	0.7	-0.3
	2	Jungfraujoch	1.8	-0.2	-1.7	1.0	-1.2	-1.7	-2.6	-1.4	0.5	-0.3	0.0	1.1	-1.6	-0.1	-1.3
	3	Montreux-Clarens	1.0	0.6	-2.2	0.3	0.4	-1.6	-1.9	-0.8	0.1	-0.4	-0.1	0.5	-1.3	-0.4	-1.0
	4	Sion	1.3	0.1	-2.4	0.9	-0.2	-1.7	-1.9	-0.9	0.4	-0.6	-0.2	0.8	-1.5	-0.1	-1.3
	5	Zermatt	1.7	-0.3	-1.6	1.2	-0.3	-2.0	-2.5	-1.8	-0.8	-1.4	-0.7	0.9	-1.6	-1.3	-2.0
	6	Testa-Grigia	1.2	-0.5	-1.5	1.1	-0.9	-2.1	-1.9	-1.4	0.7	-0.2	-0.1	0.3	-1.4	-0.3	-1.2
	7	Zürich MZA	1.2	0.9	-2.1	0.2	0.1	-1.3	-1.6	-0.8	0.8	-0.3	0.1	0.3	-1.3	-0.1	-1.0
	8	Engelberg	1.1	0.3	-1.4	0.6	0.1	-1.7	-1.8	-0.8	0.9	-0.4	0.1	0.4	-1.5	0.0	-1.3
	10	Locarno-Monti	1.3	0.0	-0.9	0.1	-0.4	-0.9	-1.3	-0.6	0.4	-0.2	0.2	0.9	-0.7	0.3	-0.5
	11	St. Gallen	1.4	1.1	-1.8	0.5	0.2	-1.0	-1.1	-0.5	1.3	-0.2	0.4	0.5	-0.6	0.6	-0.3
	12	Säntis	2.1	-0.7	-1.7	0.8	-1.0	-1.7	-1.6	-1.3	0.7	-0.6	0.1	0.7	-1.5	-0.1	-1.1
	13	Chur	1.5	0.7	-2.1	1.2	-0.3	-1.3	-1.6	-0.8	1.4	0.0	0.2	0.4	-0.9	0.3	-0.5
	14	Davos-Platz	1.9	0.1	-1.4	1.4	-0.2	-1.4	-2.0	-1.6	0.5	-0.5	-0.1	0.4	-0.6	-0.6	-1.0
	15	Bever	1.0	0.1	-1.8	0.8	-0.2	-1.6	-2.3	-1.7	0.2	-0.7	-0.7	0.3	-1.3	-0.9	-1.8
	17	Grand St.Bernard	2.8	-0.1	-1.4	0.8	-0.5	-1.6	-1.2	-0.7	0.5	0.0	0.4	1.5	-0.8	0.6	-0.2
Somme des Températures journalières positives Summe der Tagestemperaturen über 0 °C	2	Jungfraujoch	6.7	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.7	-0.4	0.1	0.1	0.9	6.0	0.2	0.6
	4	Sion	1.0	-0.0	-1.8	0.9	-1.3	-1.7	-1.9	-1.0	0.5	-0.2	-0.2	0.8	-1.8	-0.1	-1.4
	5	Zermatt	2.1	0.1	-0.9	0.2	-0.7	-1.1	-1.6	-1.7	-0.8	-1.4	-0.8	1.0	-0.6	-1.4	-1.4
	10	Locarno-Monti	1.5	0.1	-1.1	-0.1	-1.9	-1.0	-1.2	-0.5	0.4	0.0	-0.3	1.3	-1.7	0.2	-1.2
	12	Säntis	1.2	-0.5	0.0	-0.5	0.0	-0.1	0.0	-1.5	0.8	-1.7	-0.1	1.1	0.8	-0.5	-0.2
	17	Grand St.Bernard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Durée d'insolation en heures Sonnenscheindauer in Stunden	1	Bern	1.5	1.7	-0.6	-0.7	-1.3	-0.5	-1.2	-0.7	-0.1	-0.3	-1.2	1.2	-0.5	-0.5	-0.7
	2	Jungfraujoch	1.7	-0.1	0.5	-0.1	-1.6	-1.0	-1.7	-1.4	-0.5	0.2	-0.8	1.6	-0.8	-0.5	-0.9
	3	Montreux-Clarens	1.2	0.1	0.3	-1.8	-1.9	-0.6	-1.2	-0.3	-0.2	-0.0	-0.5	1.1	-1.4	-0.1	-0.9
	4	Sion	1.4	0.4	0.5	-1.1	-2.0	-1.0	-1.3	0.2	0.1	0.7	-0.6	2.2	-1.3	0.8	-0.2
	7	Zürich MZA	0.9	2.7	-1.7	-0.4	-1.4	-0.7	-1.7	-1.0	-0.1	-0.1	-1.0	1.2	-1.2	-0.4	-1.0
	10	Locarno-Monti	1.8	-0.6	0.4	-1.6	-0.6	-0.3	0.0	0.7	-0.5	0.8	-1.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1
	11	St. Gallen	0.4	1.8	-1.5	0.2	-2.2	-0.6	-1.5	-0.9	0.5	-0.1	-1.0	0.6	-1.3	-0.3	-1.0
	12	Säntis	2.1	-0.3	1.5	0.2	-1.7	-0.7	-2.0	-1.2	0.8	0.4	-0.6	1.6	-0.4	0.4	-0.0
	14	Davos-Platz	1.7	0.2	0.6	0.3	-1.6	-1.1	-1.7	-0.5	0.7	0.1	-0.2	1.3	-0.8	0.6	-0.2

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

Auf der Südseite der Alpen sowie in einzelnen von Süden her beeinflussten Einzugsgebieten, wie zum Beispiel denjenigen von Gries und Mattmark, blieben die Niederschlagssummen des Jahres zum Teil beträchtlich unter den langjährigen Mittelwerten. In den übrigen Teilen der Schweizer Alpen wurden die Normalwerte erreicht oder überschritten; in Chur und Davos fiel sogar bedeutend mehr Niederschlag als normal. Die Jahrestemperaturen waren im Tessin normal, im Wallis und im Engadin deutlich zu tief und in den restlichen Gebieten knapp niedriger als die Normalwerte. Die Sommertemperaturen blieben im Wallis und im Engadin leicht unter den Mittelwerten und waren in den übrigen Gebieten normal.

Tabelle 4. Daten über die Schneedecke im Winter 1969/70

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. Bestimmung des Wasserwertes.

Station	Höhe m ü.M.	1	2	3	4	5	6	7
Weissfluhjoch	2540	10.11.	25.7.	258	321	2.5.	1259	1.6.
Davos Platz	1560	14.11.	23.5.	191	178	25.2.	407	15.4.
Klosters	1200	14.11.	30.5.	198	255	25.2.	666	15.4.
Berninahäuser	2050	15.11.	17.5.	184	140	10.4.	–	-
Pontresina	1840	14.11.	4.5.	172	89	12.3.	–	-
Maloja	1820	15.11.	26.5.	193	191	8.4.	497	14.4.
Barberine	1820	8.11.	8.6.*	213*	390	14.4.	1401	15.4.
Saas Fee	1775	15.11.	7.5.	174	120	14.4.	309	15.4.
Zermatt	1600	14.11.	5.5.	173	136	24.2.	320	15.4.
Bourg-St-Pierre	1650	-	-	-	136	4.3.	355	4.3.
Grimsel	1970	5.11.	11.7.	249	690	3.5.	–	-
Grindelwald-Bort	1570	17.11.	2.6.	198	230	20.3.	714	15.4.
Trübsee	1800	5.11.	26.6.	234	371	14.4.	1474	4.5.
Andermatt	1440	14.11.	1.6.	200	224	20.3./14.4.	754	14.4.

* Interpolierter Wert.

2. SCHNEE UND LAWINEN IM WINTER 1969/70 [1]

Wenn wir als Katastrophenjahre jene Winter bezeichnen, in denen ausserordentliche oder sehr selten auftretende Lawinen in unseren Alpen zu mindestens 100 Sachschäden oder mehr als 50 Todesopfern führen, so fällt der Berichtswinter eindeutig in diese Kategorie. Mit 254 Schadenfällen und 56 Lawinentoten hat er im Vergleich zu den übrigen fünf Katastrophenwintern seit 1940 [2] vor allem viele Menschenleben sowie grosse Einbussen an Wald (etwa 41 000 m^3), dagegen verhältnismässig wenig Gebäude- und Tierschäden (137 bzw. 3) gefordert.

Bis anfangs Februar verzeichneten fast alle Regionen extrem geringe Schneehöhen. Dann trat eine radikale Aenderung der Situation ein: Mit einer Monats-Neuschneesumme von gebietsweise über 4 Metern, zeitweise unter stürmischen Winden abgelagert, erreichten die Schneehöhen in verschiedenen Gebieten ein neues absolutes Maximum, und vielerorts stürzten ausserordentliche Lawinen zu Tal. Da auch März und April noch grosse Neuschneefälle brachten und die allgemein unterdurchschnittlichen Temperaturen im Mai andauerten, erlebte unser Alpengebiet einen extrem schneereichen Nachwinter und einen ausserordentlich späten Frühjahrsbeginn.

Die grösste Lawinenaktivität des Winters brachten die Schneefall- und Sturmperioden im Februar. In dieser Zeit gingen die meisten Sachschadenlawinen zu Tal, und am 24. Februar ereignete sich der seit 1827 opferreichste Lawinenabsturz unserer Alpen, die Katastrophe von Reckingen; 48 Menschen wurden zu nächtlicher Stunde in ihren Häusern von den verheerenden Schneemassen überrascht, 30 von ihnen fanden den Tod. Glück und Vorsicht trugen dazu bei, dass andere Niedergänge dieser Periode keine weiteren Opfer forderten. Mit Ausnahme des Arbeiterunglücks vom Pilatus (20. April, 4 Tote) betrafen alle übrigen tödlich verlaufenen Unfälle Skifahrer bzw. Touristen. Nur einer dieser 14 Unglücksfälle mit total 22 Opfern ereignete sich in einem Gebiet mit grösseren Neuschneemengen; alle übrigen haben sich in Regionen und Perioden mit geringen Schneemengen zugetragen.

In mehreren Fällen gelang es, Verschüttete lebend zu bergen. Dabei hat sich wiederum die Kameradenhilfe als sehr erfolgreich erwiesen. Als spektakuläre Rettung ist ein aussergewöhnlicher Fall bei Stechelberg im Berner Oberland zu erwähnen, bei dem ein 70jähriger Bauer aus einer Frühjahrslawine gerettet werden konnte. Der Verschüttete hatte während siebeneinhalb Stunden in 3 m Tiefe ausgeharrt und war durch Lawinenhunde aufgespürt worden.

---

1) Verfasst von M. Schild, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos-Weissfluhjoch

2) den Wintern 1941/42, 1944/45, 1950/51, 1953/54 und 1967/68.

3. GLETSCHER - BEOBACHTUNGEN

3.1. Tätigkeit und besondere Ereignisse

Die für jedes Jahr vorgesehenen Vermessungsflüge über den wichtigen Gletschern Rhone, Grosser Aletsch und Basodino, über den zehn im 90. Bericht erwähnten "steilen" Gletschern, sowie über den schwer zugänglichen oder sonst schwierig zu messenden Gletschern Trift im Gadmental, Rosenlaui, Oberer und Unterer Grindelwald und Blümlisalp wurden auch im Herbst 1970 wieder durchgeführt. Der Sicherung von Messmarken dienten die Flüge an den Gletschern Lang, Bella Tola, Stein, Bresciana und Val Torta. Im Zusammenhang mit speziellen Aufgaben des Hydrologischen Dezenniums stehen die Aufnahmen am Steinlimmi- und am Scalettagletscher. Alle diese Luftaufnahmen wie auch diejenigen an den Gletschern Fee-Nord, Sex Rouge, Prapio, Pierredar, Stein, Lenta, Paradies und Cavagnoli wurden in verdankenswerter Weise durch die Eidgenössische Landestopographie (L+T) ausgeführt. Besonderen Untersuchungen über das Problem der "gefährlichen Gletscher" gelten der Flug der L+T am Pierredar und die Flüge der Eidgenössischen Vermessungsdirektion (V+D) am Allalin und Giétro. Das umfassende Messprogramm der Kraftwerke Oberhasli AG an den beiden Aaregletschern ging auch in diesem Berichtsjahr weiter, wobei die Flüge der V+D wiederum durch das Vermessungsbüro A. Flotron in Meiringen bearbeitet wurden. Ein Verzeichnis der im Herbst 1970 ausgeführten Luftaufnahmen folgt am Ende dieses Kapitels 3.1. In Kapitel 3.2 wird auf die neu in das Beobachtungsnetz aufgenommenen, aber in den Tabellen 5 und 6 noch nicht enthaltenen Gletscherenden hingewiesen. Schliesslich ist noch ein interessantes Manuskript zu erwähnen, in dem F. Juvalta über die Geschichte des Paradiesgletschers in den letzten 100 Jahren berichtet.

Besondere Sorgen bereitete der Grubengletscher ob Saas Balen. Trotz fieberhafter Anstrengungen mittels Bohrungen und Sprengungen dem Wasser eines eisgestauten Randsees innert nützlicher Frist einen Abfluss zu verschaffen, stieg der Seespiegel immer höher, bis sich am 8. Juli 1970 der in unserem 89. Bericht geschilderte Wasserausbruch vom 2. Juli 1968 wiederholte, wobei wiederum eine Flutwelle des Fällbaches das Dorf heimsuchte. Ein im Winter 1970/71 gebauter Entlastungsstollen durch das Eis hat für den Sommer 1971 die Gefahr gebannt.

Verschiedene treue Mitarbeiter der Gletscherkommission sind im Berichtsjahr gestorben. Herr alt Revierförster Alfred Tscherrig, der langjährige frühere Beobachter der Gletscher Brunegg, Turtmann und Bella Tola, ist im Alter von 78 Jahren am 20. Januar 1970 in Oberems durch den Tod abberufen worden. Herr Tscherrig hat für die Gletscher Turtmann und Bella Tola eine vorzügliche vollständige Dokumentation hinterlassen. Im Frühjahr wurde Herr J. Penis, der als Geometer seit einigen Jahren am Trientgletscher mitarbeitete, durch Krankheit hingerafft. Am 12. April erlag Herr Forstingenieur Bernardo Pohl, der mit viel Einsatz den Basodinogletscher beobachtet hat, in seinen geliebten Bergen einer Herzkrise. Kurz darauf, am 5. Juli 1970, fiel sein jüngerer Sohn Paolo im Basodinogebiet einem Bergunfall im Fels zum Opfer. Vater und Sohn hatten in den letzten

Jahren ganz besonders intensiv für die Gletscherkommission gearbeitet. Am 6. Juli 1970 ist Herr Forstingenieur Andreas Gasser, der oft bei den Gletschermessungen in den Urner Bergen mitwirkte, in den Bergen tödlich verunglückt. Angehörige und Kollegen dieser Mitarbeiter versichern wir unserer herzlichen Anteilnahme.

Verzeichnis der Luftaufnahmen im Herbst 1970.

Das Verzeichnis enthält nur Flüge der L+T (Eidgenössische Landestopographie) und der V+D (Eidgenössische Vermessungsdirektion), soweit die Aufnahmen in Verbindung mit Beobachtungen der Gletscherkommission der SNG, mit dem Hydrologischen Dezennium oder im Zusammenhang mit besonderen Aufgaben der VAW/ETH-Z ausgeführt worden sind.

Nr.[1]	Gletscher	Datum	Aufnahme Nr.	Flug-linie Nr.	Aufgenommen durch	Koordinaten[2] km	LK Blatt Nr.
1	Rhone	18.9.	1469-1475	GlK 1	L+T	673/160	255
1	Rhone	18.9.	1451-1460	GlK 2	L+T	673/160	255
5	Aletsch	21.9.	1530-1543	1	L+T	649/144	264
5	Aletsch	21.9.	1556-1566	2	L+T	645/139	264
5	Aletsch	21.9.	1574-1583	3	L+T	645/139	264
	Mönch Hängegl. S-Wand	21.9.	1544-1547	GlK 7[a]	L+T	643/157	254
11	Allalin	7.7.	4561-4568	1	V+D	640/100	274
11	Allalin	25.8.	4854-4862	1	V+D	640/100	274
11	Allalin	7.9.	4991-4997	1	V+D	640/100	274
13	Fee-Nord	29.9.	1604-1608	GlK 6[b]	L+T	636/105	284
	Hohbaln					636/107	284
13	Fee-Nord	29.9.	1634-1640	GlK 5[b]	L+T	636/105	284
	Hohbaln					636/107	284
	Bider					635/109	284
	Bider	29.9.	1623-1626	GlK 4[c]	L+T	635/109	284
	Trift (Tälli)	29.9.	1609-1818	GlK 8[d]	L+T	643/110	274
	Festi	29.9.	1598-1603	GlK 3[e]	L+T	630/105	284
	Hohberg					630/107	284
	Bis	29.9.	1641-1651	GlK 2[f]	L+T	624/106	284
	Bis	29.9.	1590-1597	GlK 1[g]	L+T	624/112	284
18	Lang	21.9.	1567-1573	GlK 8[h]	L+T	636/144	264
21	Bella Tola	29.9.	1652-1655	GlK 1	L+T	616/122	273
34	Otemma	25.8..	4886-4894	1	V+D	597/ 86	283
37	Giétro	7.9.	5020-5025	2	V+D	594/ 94	283
47	Sex Rouge					583/131	272
48	Prapio	9.9.	1108-1113	GlK 2[i]	L+T	582/130	272
49	Pierredar					580/128	272
49	Pierredar	9.9.	1114-1118	1[k]	L+T	580/128	272
50	Oberaar	18.9.			V+D	680/154	265
51	Unteraar	18.9.			V+D	680/157	157
53	Stein	27.8.	1038-1044	GlK 5[l]	L+T	676/175	255
54	Steinlimmi					675/174	255
55	Trift	18.9.	1462-1468	GlK 4	L+T	671/170	255
56	Rosenlaui	21.9.	1948-1950	GlK 6	L+T	655/168	254/255
57	Oberer Grindelwald	13.8.	604-611	GlK 2	L+T	649/164	264
58	Unterer Grindelwald	6.8.	473-476	GlK 1	L+T	647/162	264
	Hochfirn (Jungfrau)	21.9.	1551-1555	GlK 6[m]	L+T	640/154	264
61	Gamchi	21.9.	1584-1587	GlK 9	L+T	622/151	264
64	Blümlisalp					625/150	264
84	Lenta	17.9.	1316-1318	GlK 11[n]	L+T	723/153	266

Nr.[1]	Gletscher	Datum	Aufnahme Nr.	Flug-linie Nr.	Aufge-nommen durch	Koordi-naten[2] km	LK Blatt Nr.
84	Lenta	17. 9.	1319-1324	GlK 10[o]	L+T	723/153	266
86	Paradies					725/150	267
	Scaletta	17.10.	1734-1740	GlK 1[p]	L+T	792/175	258
	Valeggia	18. 9.	1431-1436	GlK 7	L+T	682/147	265
	Val Torta	19.10.	1751-1756			685/148	265
103	Bresciana	17. 9.	1316-1318	GlK 11[q]	L+T	722/151	266
	Cavagnoli	18. 9.	1437-1442	GlK 6	L+T	680/145	265
104	Basodino	18. 9.	1443-1450	GlK 1	L+T	680/141	265
105	Rossboden	29. 9.	1619-1622	GlK 7[r]	L+T	644/115	274
	Hohlentrift	29. 9.	1615-1618	GlK 8[s]	L+T	645/112	274

Bemerkungen zu den Fussnoten:

1) Nummer des Gletschers im Netz der Gletscherkommission der SNG, (vergleiche Tabellen 5 und 6).

2) Richtkoordinaten auf dem Gletscher oder in der Nähe des Gletschers.

Gletscher, die zusätzlich durch die gleichen Fluglinien erfasst sind:

a) Jungfraufirn (643/153), Ewigschneefeld (547/153), Guggi (640/157)

b) Fall (635/106)

c) Balfrin (634/112)

d) Hohlentrift (645/112), Zibelenfluh (646/112), Bodmer (646/115)

e) Kin (630/104)

f) Schali (622/104)

g) Schali (622/104), Turtmann (620/110)

h) Anen (637/146)

i) Diablerets (582/129) Mauvais (581/129), Dar (582/131)

k) Diablerets (582/129) Mauvais (581/129)

l) Chalchtalfirn (878/175), Rorfirn (684/171), Kartigelfirn 683/173), Hangfirn West (680/174), Hangfirn Ost (681/175), Rütifirn (682/175)

m) Giessen (639/156), Rottal (638/152)

n) Grauhorn (722/153), Bresciana (722/151)

o) Grauhorn (722/153), Rheinwaldfirn (725/151), Zapport (728/150), Güfer (725/154)

p) Vallorgia (Flüela) (792/174)

q) Lenta (723/153), Grauhorn (722/153)

r) Mattwald (641/115), Giessern (644/116), Bodmer (646/115), Gamsa (642/116)

s) Trift (Tälli) (643/112), Zibelenfluh (646/112), Bodmer (646/115)

3.2. Lageänderung der Gletscherenden

Tabellen 5 und 6

Der Durchschnitt der Längenänderungen aller gemessenen Gletscher betrug im Berichtsjahr 1969/70 -1.26 Meter gegenüber -7.18 Meter im vorausgegangenen Jahr. Obwohl im Jahr 1969/70 nur 98 statt 103 Gletscher vermessen wurden, ist die Anzahl der vorrückenden Zungen um 3 auf 31 gestiegen. Diese 31 Gletscher lassen sich in die nachstehenden 4 Klassen einteilen:

1) "Echte" Vorstösse, bei denen die Gletscherbewegung massgeblich beteiligt ist:

Nr. 2	Mutt	Nr. 42	Saleina	Nr. 68	Chelen
Nr. 11	Allalin	Nr, 43	Trient	Nr. 69	Rotfirn
Nr. 13	Fee	Nr. 53	Stein	Nr. 71	Wallenbur
Nr. 23	Moming	Nr. 56	Rosenlaui	Nr. 77	Biferten
Nr. 33	Tsanfleuron	Nr. 57	Oberer Grindelwald	Nr. 79	Sulz
Nr. 37	Giétro	Nr. 59	Eiger	Nr. 93	Tschierva
Nr. 39	Valsorey	Nr. 61	Gamchi	Nr. 99	Cambrena
Nr. 41	Boveyre	Nr. 64	Blümlisalp	Nr.100	Palü

2) Verlängerung der Gletscherzunge durch Firnschnee, der mehr als ein Jahr alt ist:

Nr. 21	Bella Tola	Nr. 30	L'En Darrey	Nr. 44	Paneyrosse

3) Verlängerung der Gletscherzunge durch Anlagerung von Lawinenschnee aus dem Berichtsjahr:

Nr. 48 Prapio

4) Verlängerung der Gletscherzunge durch Schneedecke, die im Berichtsjahr gefallen ist:

Nr. 45	Grand Plan Névé	Nr. 47	Sex Rouge	Nr. 80	Glärnisch

16 dieser Gletscher stossen schon seit mindestens 3 Jahren vor. Im Vorstoss sind:

seit 16 Jahren: Fee (Nord)

seit 9 Jahren: Trient

seit 8 Jahren: Oberer Grindelwald

seit 6 Jahren: Giétro, Rosenlaui, Sulz

seit 5 Jahren: Allalin, Gamchi, Rotfirn, Cambrena

seit 4 Jahren: Boveyre, Saleina, Eiger

seit 3 Jahren: Valsorey, Chelen, Tschierva.

Alle diese Zungen dürften in einer echten Vorstossphase begriffen sein, wobei die Ursache in den Reaktionszeiten der einzelnen Gletscher auf die klimatische Vorgeschichte zu suchen ist. Bei den Gletschern Fee und Allalin wurde der Vorstoss dadurch ausgelöst, dass durch aussergewöhnliche Ereignisse der vorderste Teil der Zunge verlorenging. Die nördliche Zunge des Feegletschers wurde im Jahre 1954 durch einen Felssturz überdeckt, der Allalin büsste einen Teil seiner Zunge durch den Gletschersturz vom 30. August 1965 ein. Beide Gletscher suchen das freigewordene Vorgelände wieder zu bedecken. Der Allalingletscher reichte im Herbst 1970 wieder ungefähr gleich weit vor wie vor dem Gletschersturz. Besonders eindrücklich ist das Ausmass des Vorrückens im Jahre 1969/70 beim Allalingletscher mit 173.2 Metern und beim Oberen Grindelwaldgletscher mit rund 100 Metern. Beim Allalingletscher kam der hohe Betrag dadurch zustande, dass sich die vorstossende Front mit den aus zahlreichen kleinen Eisabbrüchen gebildeten Eisschuttkegeln auf den tiefer liegenden Felsbändern zusammenschloss. Der Obere Grindelwaldgletscher zwängte sich durch die enge, steile Schlucht und beginnt nun in den Talboden vorzustossen.

Tabelle 5. Lageänderung der Gletscherenden 1967/68 bis 1969/70; Zusammenfassung

		1967/68	1968/69	1969/70
Beobachtungsnetz	Anzahl Gletscher	105	105	105
Nicht beobachtet	Anzahl Gletscher	6	0	7 [1]
Beobachtet	Anzahl Gletscher	99	105	98
Resultat unsicher	Anzahl Gletscher	1	2	0
Richtung bekannt	Anzahl (%)	98 (100.0)	103 (100.0)	98 (100.0)
Im Vorstoss	Anzahl (%)	35 (35.7)	28 (27.2)	31 [2] (31.6)
Stationär	Anzahl (%)	6 (6.1)	6 (5.8)	6 [3] (6.1)
Im Rückzug	Anzahl (%)	57 (58.2)	69 (67.0)	61 [4] (62.3)
Mittlere Längenänderung	Meter pro Gletscher	- 0.35	- 7.18	- 1.26
	(Anzahl)	(89)	(92)	(89) [5]

Bemerkungen: In den verschiedenen Klassen wurden folgende Gletscher eingereiht, wobei diese mit ihrer Nummer aus Tabelle 6 bezeichnet werden sollen:

1) 46 52 72 73 75 89 91

2) 2 11 13 21 23 30 33 37 39 41 42 43 44 45 47 48 53 56 57 59 61 64 68 69 71 77 79 80 93 99 100

3) 1 6 25 40 81 96

4) 3 4 5 7 8 9 10 12 14 15 16 17 18 19 20 22 24 26 27 28 29 31 32 34 35 36 38 49 50 51 54 55 58 60 62 63 65 66 67 70 74 76 78 82 83 84 85 86 87 88 90 92 94 95 97 98 101 102 103 104 105

5) Für die Berechnung der mittleren Längenänderung wurden 9 Gletscher nicht berücksichtigt: Sie wurden aus folgenden Gründen ausgeschaltet:
Durch künstlichen See beeinflusst: 3 50 51
Wert für 15 Jahre: 44
Kein Zahlenwert : 49 55 56 58 64

Folgende 5 Gletscherenden wurden neu in das Beobachtungsnetz aufgenommen: Mittelaletsch (Koordinaten 647.6 / 143.2, Lageänderung 1969/70 -x, Kote 2225m ü.M.), Alpetli/Kanderfirn (625.4 / 145.7, -4.0, 2245), Ammerten (607.4 / 141.5, st. 2345 ca.), Plattalva (718.8 / 188.5, -0.4, 2548) und Val Torta (684.5 / 147.5, - , 2490). Die Aufnahme einiger weiterer Gletscher wird geprüft.

Die graphische Darstellung "Lageveränderung der Gletscherenden in den Schweizer Alpen" gibt einen Ueberblick über die Entwicklung in den letzten rund 80 Jahren. Die Säulen unten im Bild zeigen für jedes Jahr von 1891/92 bis 1969/70 die Anzahl der beobachteten Gletscher. Im oberen Teil des Bildes ist im schraffierten Feld die Anzahl der Gletscher im Vorstoss in Prozenten der Gesamtzahl der beobachteten Gletscher von unten nach oben aufgetragen, im Feld mit Punktraster dagegen der Prozentsatz der zurückgehenden Gletscher von oben nach unten. Im hellen Band dazwischen liegt der Anteil derjenigen Gletscher, deren Länge sich nicht verändert hat. Deutlich ist die Vorstossphase vor 1920 zu erkennen, in der fast drei Viertel der beobachteten Gletscher vorrückten, ferner das extreme Jahr 1946/47, in dem kein einziger Vorstoss beobachtet worden ist.

Seit dem Jahre 1964/65 sind wieder rund 23 - 38 % der gemessenen Gletscher im Vormarsch. Was die nächsten Jahre bringen werden, ist schwierig vorauszusehen.

Abbildung 2

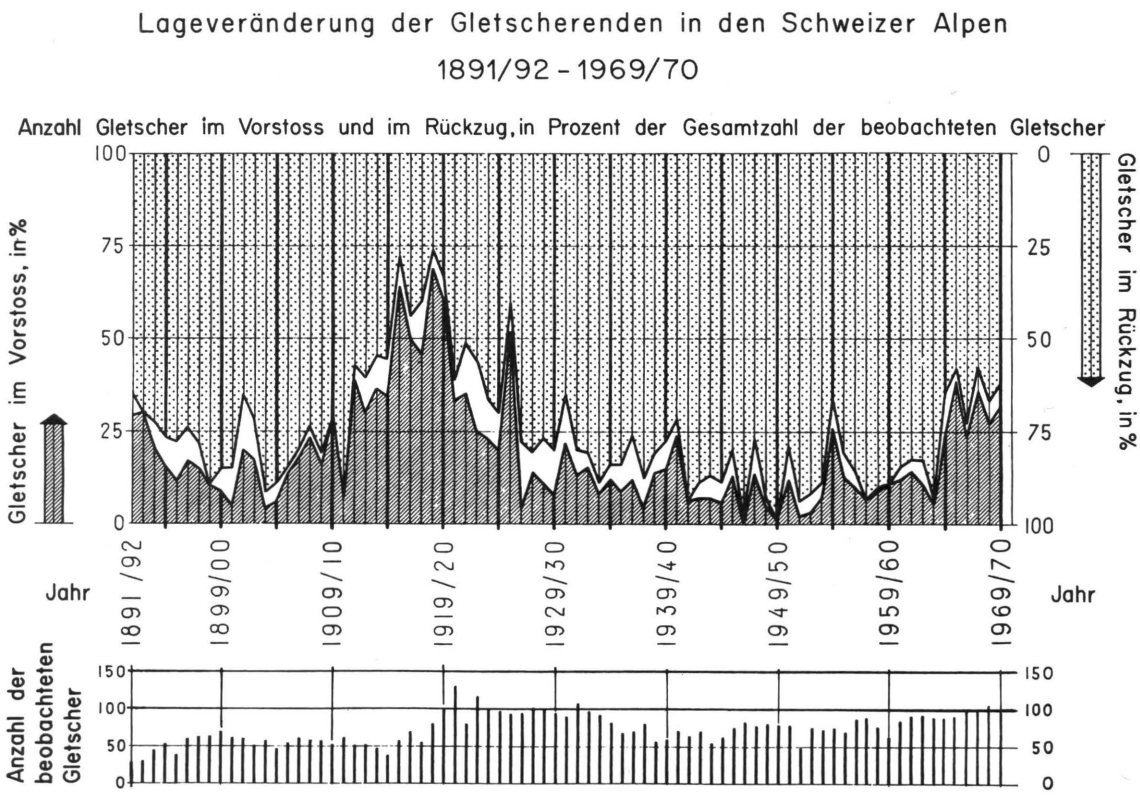


Tabelle 6. Lageänderung der Gletscherenden 1968/69 und 1969/70

Nr.	Gletscher	Kt.	Aenderung in Metern		m ü.M.	Messdatum		
			1968/69	1969/70	1970	1968	1969	1970
a		b	c	c	d			
	Einzugsgebiet der Rhone (II)							
1e	Rhone	VS	+ 6.3	+ 0.5	2125 (65)	15. 9.	21. 9.	20. 9.
2e	Mutt	VS	+ 1.9	+ 2.0	2626 (68)	16. 9.	21. 9.	27. 8.
3e	Gries (Aegina)	VS	- 17.8	- 25.5	2373	12.10.	17.10.	18.10
4e	Fiescher	VS	- 23.1	- 11.2	1643.5	14. 9.	12. 9.	10. 9.
5e	Grosser Aletsch	VS	- 16.4	- 25.2	1503.2	15. 9.	13. 9.	11. 9.
6e	Oberaletsch	VS	- 5.2	st.	2129.4	3.10.	17. 9.	12. 9.
7	Kaltwasser	VS	- 6.0	- 10.0	2650 (68)	18.10.	6.10.	15.10.
8e	Tälliboden	VS	st.	- 2.7	2629.6	30. 9.	29. 9.	25. 9.
9e	Ofental	VS	st.	- 9.3	2628	30. 9.	30. 9.	28. 9.
10e	Schwarzberg	VS	+ 0.9	- 5.1	2660	1.10.	26. 9.	29. 9.
11e	Allalin	VS	+ 16.4	+173.2	2325	13. 9.	19. 8.	24. 9.
12	Kessjen	VS	+ 0.8	- 6.1	2849.0	25. 9.	23. 9.	22. 9.
13e	Fee (Nordzunge)	VS	+ 10.0	+ 20.8	2033	14.10.	17.10.	27.10.
14	Gorner	VS	- 33.2	- 18.3	2057.5	11.10.	15.10.	23.10.
15e	Z'Mutt	VS	- 19.4	- 19.0	2231	26. 8.	20. 8.	25. 8.
16	Findelen	VS	+ 3.0	- 4.0	2482.2(61)	19. 9.	11.10.	12.10.
17	Ried	VS	- 15.5	- 4.8	2044	2.10.	1.10.	30. 9.
18e	Lang	VS	- 14.0	- 17.0	2010 (61)	24.10.	24.10.	25.10.
19e	Turtmann-West	VS	- 5.8	- 7.8	2262 (68)	14. 9.	17.10.	26. 9.
20e	Turtmann-Ost (Brunegg)	VS	+ 10.8	- 21.2	2456	14. 9.	17.10.	26. 9.
21e	Bella Tola	VS	- 2.4	+ 3.9	2763 (67)	18. 9.	16.10.	30. 9.
22	Zinal	VS	- 29.0	- 1.0	1995	14. 9.	7.10.	7.10.
23	Moming	VS	+ 15.0 ca	+ 15.0	2315	14. 9.	7.10.	7.10.
24	Moiry	VS	- 17.0	- 3.0	2438 (67)	11.10.	26. 9.	9.10.
25e	Ferpècle	VS	- 2.1	- 0.4	1990 (57)	26.10.	13.10.	7.10.
26e	Mont Miné	VS	- 4.0	- 7.0	1965 (55)	26.10.	13.10.	7.10.
27	Bas d'Arolla	VS	- 2.0	- 3.0	2130 (59)	10.10.	25. 9.	28. 9.
28	Tsidjiore Nouve	VS	- 2.0	- 2.0	2251 (59)	10.10.	25. 9.	28. 9.
29	Cheillon	VS	- 8.7	- 8.5	2620 (64)	4.10.	4.10.	10.10.
30e	L'En Darrey	VS	- 2.3	+ 16.0	2445 (61)	5.10.	3.10.	9.10.
31	Grand Désert	VS	- 17.5 (2a)	- 20.0	2800 (64)	n	25. 9.	26. 9.
32	Mont Fort	VS	- 1.0 (2a)	- 2.0	2740 (67)	n	25. 9.	5.10.
33	Tsanfleuron	VS	- 16.0	+ 6.0	2420 (61)	19.10.	25. 9.	10.10.
34e	Otemma	VS	- 60.0	- 66.5	2408 (63)	28. 9.	27. 9.	27. 9.
35e	Mont Durand	VS	-107.0	- 2.0	2265 (60)	28. 9.	27. 9.	26. 9.
36e	Breney	VS	- 10.3	- 30.0	2570 (65)	28. 9.	27. 9.	26. 9.
37e	Giétro	VS	+ 6.2	+ 8.6	2496	13. 9.	12. 9.	7. 9.
38	Corbassière	VS	- 3.0	- 9.0	2189	19. 9.	16.10.	15.10.
39e	Valsorey	VS	+ 10.0	+ 8.0	2395	15.10.	9.10.	13.10.
40	Tseudet	VS	- 24.0	st.	2422	15.10.	9.10.	13.10.
41e	Boveyre	VS	+ 1.5	+ 14.0	2606	16.10.	9.10.	13.10.
42e	Saleina	VS	+ 6.5	+ 7.5	1735.5	17.10.	7.10.	13.10.
43e	Trient	VS	+ 15.1	+ 25.0	1770	21.10.	12.10.	31.10.
44e	Paneirosse	VD	- x (11a)	+ 25.8(15a)	-	n	20. 8.	14.10.
45e	Grand Plan Névé	VD	- 1.0	+ 27.1	2345 (63)	3.10.	2.10.	15.10.
46e	Martinets	VD	?	n	-	n	29. 9.	n
47e	Sex Rouge	VD	st.	+ 6.2	2660 ca	7.11.	15.10.	2. 8.
48e	Prapio	VD	- x	+ 13.3	2387	1.11.	15.10.	2. 8.
49e	Pierredar	VD	st.	- x	2415	1.11.	11. 9.	9. 9.

Tabelle 6. Fortsetzung

Nr.	Gletscher	Kt.	Aenderung in Metern 1968/69	1969/70	m ü.M. 1970		Messdatum 1968	1969	1970
a		b	c	c'	d				
	Einzugsgebiet der Aare (Ia)								
50e	Oberaar	BE	- 13.7	- 18.8	2296.0		30. 7.	23. 9.	18. 9.
51e	Unteraar	BE	- 12.7	- 7.0	1908.0		1. 8.	23. 9.	18. 9.
52	Gauli	BE	- 7.0	n	-		24. 9.	15. 9.	n
53e	Stein	BE	+ 0.8	+ 7.0	1938	ca	28. 9.	20. 9.	19. 9.
54e	Steinlimmi	BE	- 5.0	- 0.8	2092		28. 9.	20. 9.	19. 9.
55e	Trift	BE	- x?	- x	1650	(67)	n	12. 9.	18. 9.
56e	Rosenlaui	BE	+ 7.0	+ x	1900	ca	27. 9.	4.10.	26. 8.
57e	Oberer Grindelwald	BE	+ 60.0	+100.0ca	?		7.10.	19.10.	30.10.
58e	Unterer Grindelwald	BE	st	- x	-		18.10.	21.10.	30.10.
59e	Eiger	BE	+ 10.0	+ 10.0ca	2050	ca	8. 9.	18. 9.	27. 8.
60e	Tschingel	BE	- 3.5	- 6.0ca	2170	ca	20. 9.	13. 9.	19. 9.
61e	Gamchi	BE	+ 4.5ca	+ 10.2	1990		28. 9.	11.10.	19. 9.
62e	Schwarz	BE	- 1.0	- 1.1	2220		20. 9.	3.10.	8.10.
63e	Lämmern	BE	- 13.0	- 13.0	2490		21. 9.	4.10.	9.10.
64e	Blümlisalp	BE	+ x	+ x	-		27. 9.	11. 9.	21. 9.
65	Rätzli	BE	- 7.3	- 3.1	2316		4.10.	29. 9.	17.10.
	Einzugsgebiet der Reuss (Ib)								
66e	Tiefen	UR	- 12.8	- 9.5	2492		13.10.	27. 9.	20. 9.
67e	St. Anna	UR	+ 12.7	- 21.0	2592		25.10.	24. 9.	25. 9.
68e	Chelen	UR	+ 17.0	+ 9.3	2131		25.10.	26. 9.	21. 9.
69e	Rotfirn	UR	+ 9.0	+ 3.5	2031		25.10.	26. 9.	21. 9.
70e	Damma	UR	0.0	- 10.2	2044		27. 9.	28. 9.	16. 9.
71e	Wallenbur	UR	- 5.8	+ 2.0	2240		20. 9.	30. 9.	28. 9.
72	Brunni	UR	- 7.3	n	-		22.10.	2.10.	n
73	Hüfi	UR	- 86.0	n	-		22.10.	28. 9.	n
74e	Griess (Unterschächen)	UR	- 16.0	- 2.0	2208		11. 9.	2.10.	27. 8.
75	Firnälpli	OW	- 13.0	n	-		28. 9.	24. 9.	n
76e	Griessen (Obwalden)	OW	- 6.0	- 12.0	2500	ca	21.10.	23. 9.	23. 9.
	Einzugsgebiet der Limmat (Ic)								
77e	Biferten	GL	- 0.9	+ 3.8	1955.4		14.10.	29. 9.	26. 9.
78e	Limmern	GL	- 8.0	- 0.6	2236.2		11. 9.	7. 9.	2. 9.
79e	Sulz	GL	+ 1.5	+ 1.7	1800		22.10.	1.10.	14.10.
80e	Glärnisch	GL	- 5.8	+ 1.3	2288		12.10.	25. 9.	28. 9.
81e	Pizol	SG	- 6.6	st.	2500		11.10.	25. 9.	13.10.
	Einzugsgebiet des Rheins (Id)								
82e	Lavaz	GR	- 36.8	- 10.2	-		5.10.	26. 9.	28. 9.
83	Punteglias	GR	- 5.8	- 8.2	2330		14. 9.	20. 9.	19. 9.
84e	Lenta	GR	- 7.2	- 24.0	2275		9.10.	8.10.	30. 9.
85e	Vorab	GR	+ 78.0 (5a)	- 15.5	-		21.10.	16. 9.	30. 9.
86e	Paradies	GR	- 10.0	- 14.0	2358		21.10.	4.10.	25. 9.
87e	Suretta	GR	- 38.0	- 27.0	2205.1		22.10.	23. 9.	7.10.
88e	Porchabella	GR	- 17.5	- 10.5	2586		5.10.	24. 9.	24. 9.
89	Verstankla	GR	- 8.5	n	-		22.10.	22. 9.	n
90e	Silvretta	GR	- 12.6	- 4.0	2450		27. 9.	27. 9.	24. 9.
91	Sardona	SG	- 1.0	n	-		30. 9.	26. 9.	n

Tabelle 6. Fortsetzung

Nr. a	Gletscher	Kt. b	Aenderung in Metern 1968/69 c	1969/70 c	m ü.M. 1970 d	Messdatum 1968	1969	1970
	Einzugsgebiet des Inn (V)							
92e	Roseg	GR	- 30.7	- 17.5	2170	9.10.	18.10.	15.10.
93e	Tschierva	GR	+ 16.9	+ 15.5	2160	9.10.	18.10.	15.10.
94e	Morteratsch	GR	- 8.2	- 24.0	2000	8.10.	10.10.	14.10.
95e	Calderas	GR	- 12.3	- 15.5	2670	19.10.	13.10.	18.10.
96e	Tiatscha	GR	- 2.0	st.	-	6.10.	14. 9.	21.10.
97e	Sesvenna	GR	- 17.8	- 6.7	2742	25.10.	8.10.	21. 9.
98e	Lischana	GR	- 20.4	- 3.3	2800	23.10.	10.10.	25. 9.
	Einzugsgebiet der Adda (IV)							
99e	Cambrena	GR	+ 1.0	+ 6.5	2494	6.10.	21. 9.	20. 9.
100e	Palü	GR	- 3.7 (2a)	+ 18.5	2360 ca	n	6.10.	30. 9.
101e	Paradisino	GR	- 2.0	- 4.0	2805	27. 8.	26. 8.	19.10
102e	Forno	GR	- 35.2	- 27.3	2210	18.10.	20.10.	16.10.
	Einzugsgebiet des Tessin (III)							
103e	Bresciana	TI	- 1.4 ca	- 33.0	2570 (67)	17.10.	14.10.	29.10.
104e	Basodino	TI	+ 2.0	- 3.6	2520 (69)	13.10.	2.10.	13.10.
105e	Rossboden	VS	- 3.0	- 4.7	1945 (69)	10.10.	8.10.	12.10.

Bemerkungen, die für die Tabelle oder wenigstens für mehrere Gletscher gültig sind:

a Die Nummern in dieser Tabelle stimmen mit denjenigen im Lageplan Bild 2 des Berichtes 1963/64 überein.

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.

n	Nicht beobachtet	-	Im Rückzug
sn	Eingeschneit	x	Betrag nicht beziffert
+	Im Vorstoss	?	Resultat unsicher
st.	Stationär	ca	Ungefährer Wert

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

1 Rhone. Dieser Gletscher ist als stationär zu betrachten, denn infolge der Eisabbrüche wurden zwar einige bisher unter dem Gletscher liegende Felsen aper, aber andere bereits apere Stellen wurden erneut überdeckt mit abgestürztem und regeneriertem Gletschereis. In der gegenwärtigen Situation sind die Abbrüche darauf zurückzuführen, dass die stützenden Eispartien einesteils durch die Abschmelzung geschwächt, zum anderen Teil infolge der zunehmenden Eisdicke überbe - lastet werden. (P. Mercier). - Vermessungsflug durch L+T am 18.9.70. (Verfasser).

2 Mutt. Schwacher, aber durch eine kleine Stirnmoräne eindeutig erwiesener Vorstoss. (P. Mercier).

3 Gries. Der Rückgang der trigonometrisch vermessenen, zur Zeit der Messungen etwas über halbe Höhe eingestauten frontalen Eiswand ist zur Hauptsache auf die Schmelzung durch das Seewasser zurückzuführen. Vom 17.10.69 bis 16.6.70, d.h. während der Zeit, in der die Schmelzung des Seewassers der Gletscherbewegung nur in geringem Masse entgegenwirkte, ging das Gletscherende lediglich um 2.7 m zurück, in der Vergleichsperiode des Vorjahres um 5.1 m. (VAW-H.Siegenthaler).

4 Fiescher. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor. (VAW - H. Widmer).

5 Aletsch. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor. (VAW - H. Widmer). - Vermessungsflug durch L+T am 21.9.70 (Verfasser).

6 Oberaletsch. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor. (VAW- H. Widmer).

8 Tälliboden. Das Gletscherende wurde erstmals tachymetrisch vermessen. Die mittlere Längenän - derung seit dem Herbst 1968 wurde planimetrisch bestimmt. Da die Zunge im Vorjahr nicht aus- aperte (sie wurde im letzten Bericht den stationären zugerechnet), ist die Rückschmelzung um den angegebenen Betrag gänzlich in der Berichtsperiode erfolgt. (VAW - H. Widmer).

9 Ofental. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt der Zunge. Das Gletscher- ende wurde erstmals tachymetrisch vermessen. Die mittlere Längenänderung seit dem Herbst wurde planimetrisch bestimmt. Da die Zunge im Vorjahr nicht ausaperte (sie wurde im letzten Bericht den stationären zugerechnet), ist die Rückschmelzung um den angegebenen Betrag gänzlich in der Berichtsperiode erfolgt. (VAW - H. Widmer).

10 Schwarzberg. Die angegebene Höhenkote gilt für das nördliche Gletschertor. Die Toteismasse ist im gleichen Zeitraum um 13.9 m zurückgeschmolzen. (VAW - H. Widmer).

11 Allalin. Die Längenänderung wurde durch Planimetrieren der luftphotogrammetrischen Aufnahmen bestimmt. Dabei wurde die Breite des bisher ausgemessenen Streifens (280 m im mittleren Teil der Zunge) auf die Hälfte reduziert. Die auf dieser Grundlage neu berechneten Werte für die mittlere jährliche und die gesamte Längenänderung seit 1954 sind in der folgenden Tabelle zu- sammengestellt. (Vergleiche auch den Plan "Zungenstände des Allalingletschers"). Im Gegensatz zum Vorjahr waren die Rutschungsbewegungen der Zunge sehr beträchtlich und von aussergewöhnlich langer Dauer (Juli - Dezember). Dadurch erklärt sich auch das starke Vorrücken der Eisfront bis zu den vor dem Gletscher abgelagerten Sturzkegeln, die teilweise überfahren und dadurch reaktiviert wurden. Der Gletscherrand lag am 24.9.70 im mittleren Teil der Zunge wenig hinter, an den beiden Seiten jedoch z.T. erheblich vor dem photogrammetrisch aufgenommenen Stand vom Juli 1954 (vgl. Fig. 3). Damit hat der Gletscher innerhalb von fünf Jahren den gleichen Stand erreicht wie vor dem Absturz am 30.8.65. (VAW - H. Widmer). Vermessungsflug durch V+D am 7.7., 25.8., 7.9. und 5.11.70. (Verfasser).

Berichtsjahr	Durch trigonometrische Einmessung des Gletscherendes ermittelte Werte (publiziert)		Aus photogrammetrischen Aufnahmen planimetrisch in einem Kontroll - streifen von 140m Breite ermittelte Werte (neue offizielle Werte)		Datum der Aufnahmen
	Aenderung im Berichtsjahr	Gesamte Aen - derung seit 1954	Aenderung im Berichtsjahr	Gesamte Aen - derung seit 1954	
					7.-10.7.54
1954/55	+ 15.0	+ 15.0	+ 12.7 (1	+ 12.7 (1	24. 9.55
1955/56	- 21.0	- 6.0	- 24.3 (1	- 11.6 (1	6. 9.56
1956/57	+ 17.5	+ 11.5	+ 14.8 (1	+ 3.2 (1	29. 9.57
1957/58	+ 2.0	+ 13.5	+ 1.7 (1	+ 4.9 (1	8.10.58
1958/59	+ 2.0	+ 15.5	+ 1.7 (1	+ 6.6 (1	3.10.59
1959/60	- 25.0	- 9.5	- 28.9 (1	- 22.3 (1	25. 9.60
1960/61	+ 41.1	+ 31.6	+ 34.7 (1	+ 12.4 (1	13.10.61
1961/62	- 10.5	+ 21.1	- 12.1 (1	+ 0.3 (1	28. 9.62
1962/63	+ 7.3	+ 28.4	+ 6.2 (1	+ 6.5 (1	12.10.63
1963/64	- 20.1	+ 8.3	- 23.3 (1	- 16.8 (1	4.10.64
1964/65	-219.5 (3	-211.2 (3	-399.4 (2	-416.2 (2	4. 9.65
			-303.0 (3	-319.8 (3	4.10.65
1965/66	+ 7.7 (3	-203.5 (3	+100.7 (2	-219.1 (2	19. 9.66
1966/67	+ 10.9	-192.6	+ 4.3 (3	-315.5 (3	19. 9.66
1967/68	+ 93.1	- 99.5	+ 8.6	-306.9	26. 9.67
1968/69	+ 16.4	- 83.1	+108.6	-198.3	13. 9.68
1969/70	+144.0	+ 60.9	+ 11.5	-186.8	19. 8.69
			+173.2	- 13.2	24. 9.70

(1 Interpolierte Werte
(2 Mit dem Gletscherstand vom 4.9.65
(3 Mit dem Gletscherstand vom 4.10.65.

13 Fee. (Nordzunge). Vermessungsflug durch L+T am 29.9.70. (Verfasser).
Nachtrag zum letzten Bericht: Vermessungsflug durch L+T am 23.9.69. (Verfasser).

15 Z'Mutt. Die gemessene Strecke ist am Nordende um 50 m gekürzt worden, weil sich das Zungen - ende auf dem rechten Ufer des Baches in Toteislappen auflöst, die fast ganz von Moränenschutt überdeckt sind. Bezieht man diese Zone in die Rechnung ein, so ändert sich die mittlere Längenänderung für 1969/70 von - 18,8 auf - 19.2 m. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt der Zunge. Das Gletschertor liegt 11 m höher. (P. Mercier).

18 Lang. Vermessungsflug durch L+T am 21.9.70. (Verfasser).

19 Turtmann-West. Das Ergebnis der Messung von Basispunkt 1 aus (+ 51.7 m durch Anlagerung von Firnschnee) ist für die Berechnung der mittleren Längenänderung nicht berücksichtigt worden. (A. Tscherrig).

20 Brunnegg. Mit der nur noch von einem einzigen Basispunkt aus durchführbaren Messung kann die Längenänderung des Gletscherendes nicht mehr mit genügender Genauigkeit erfasst werden. (A. Tscherrig).

21 Bella Tola. Die grossen Schneemengen des letzten Winters und der späte Frühlingsanfang hatten ein leichtes Vorrücken des Gletschers zur Folge. (A. Tscherrig). - Vermessungsflug durch L+T am 29.9.70. (Verfasser).

25 Ferpècle. Die im Berichtsjahr gemessene Aenderung (- 0.4 m) ist nochmals merklich kleiner als die Werte der vorangehenden Jahre:

1962/63 bis	- 205 m	1966/67	- 4.5 m
1963-66	- 23.2 m (total)	1967/68	- 2.7 m
	(- 7.7 m/Jahr)	1968/69	- 2.1 m

In Anbetracht dieser Entwicklung und aufgrund der vom Beobachter P.A. Wenger am Messtag auf - genommenen Photos bewerten wir den gegenwärtigen Zustand der Zunge als stationär. (Verfasser).

26 Mont Miné. Der See vor der Zunge besteht noch. Der Gletscherrand ist nicht gut aufgeschlossen. (P.A. Wenger).

30 L'En Darrey. Die Gletscherzunge liegt unter einer Firnschneedecke. (Vanney).

34 Otemma. Ursache des starken Rückganges im mittleren Teil der Zunge (Messlinie bei Pt. 2/62) ist das erneute Einsinken des Gletschertores. Bereits in den letzten Jahren war der Gletscherbach oberhalb des Tores durch ein Fenster im Eis sichtbar. Dieses hat sich weiter vergrössert, sodass die Eisbrücke , die sich noch im Vorjahr am Gletscherende über den Bach spannte, nun - mehr vollständig verschwunden ist. Der Gletscher hat jetzt eine kompaktere Stirnmoräne von beträchtlicher Dicke, sodass der Rückgang in den nächsten Jahren wesentlich geringer sein dürfte. (J.L. Blanc). - Vermessungsflug durch V+D am 25.8.70. (Verfasser).

35 Mont Durand. Nach dem sehr grossen, durch die Abtrennung der Zungenspitze bedingten Rückzug des Vorjahres hat der Gletscher offenbar einen stabilen Gleichgewichtszustand erreicht.(J.L. Blanc).

36 Breney. Der rechte, schuttbedeckte Zungenlappen geht langsam zurück, wogegen der linke Lappen, der aus blankem Eis besteht, rasch schwindet. Dadurch vergrössert sich der Längenunterschied zwischen den beiden Zungenhälften immer mehr. (J.L. Blanc).

37 Giétro. Vermessungsflug durch V+D am 7.9.70. Photogrammetrische Auswertung durch Vermessungsbüro H. Leupin, Bern. Beim Ausplanimetrieren der Zungenfläche zeigte es sich, dass der im 90. Bericht angegebene Wert für die mittlere Längenänderung (1968/69) von 3.6 m zu korrigieren ist auf + 6.2 m. (VAW - M. Aellen).

39 Valsorey. Dieser Gletscher rückt ständig vor und hat im Berichtsjahr auch deutlich an Volumen zugenommen. (M. May).

41 Boveyre. Entgegen meinen Erwartungen und im Widerspruch zu meinen früher gestellten Prognosen macht dieser Gletscher einen richtigen Vorstoss. Die Volumenzunahme ist jetzt mit Sicherheit feststellbar. (M. May).

42 Saleina. Man hat jetzt eindeutig festgestellt, dass der Vorstoss mit einer Volumenzunahme des Gletschers zumindest im vorderen Teil der Zunge gekoppelt ist. (M. May).

43 Trient. Die Verdickung und die Aufwölbung der Stirn haben sich verstärkt; die Vorstossmoräne ist mächtiger geworden. Zwei markierte Felsblöcke, die 1963 am Gletscherrand lagen, sind seither vom vorrückenden Eis über eine Strecke von ungefähr 140 m talwärts geschoben worden. (P. Mercier).

44 Paneyrosse. Der Winter 69/70 brachte den Firnfeldern beträchtlichen Zuwachs. (J.P. Marlétaz).

45 Grand Plan Névé. Auf 4 der 6 kontrollierten Messlinien liegt der Eisrand unter der Winterschneedecke. (J.P. Marlétaz).

46 Martinets. Wegen vollständiger Einschotterung des Gletscherendes durch Moränenmaterial wird die Messreihe vorläufig nicht weitergeführt. (Verfasser).

47 Sex Rouge. Aus den grossen Schneemengen des Winters 69/70 hat sich eine eindeutige Zunahme ergeben. Es ist aber möglich, dass diese Zunahme vom Beobachtungstag (2. August) bis zum Oktober durch die Schmelzung aufgehoben worden ist. (J.P. Bezençon). - Vermessungsflug durch L+T am 9.9.70; Aus dem Vergleich mit der Aufnahme vom 29.9.69 ergibt sich die Bestätigung dafür, dass der Gletscher im Berichtsjahr zugenommen hat. (Verfasser).

48 Prapio. Die mächtige Schneedecke des Winters 69/70 überdauerte den ganzen Sommer. Im Couloir liegt ein grosser Haufen harten, stark vereisten Schnees, der sich bis zur unteren Verengung hinabzieht. Am Beobachtungstag (2.8.) war diese Zunge eindeutig länger als im Vorjahr, ist aber möglicherweise bis im Oktober auf den Vorjahresstand zurückgeschmolzen. Gletscherspalten und Bergschrund sind nur wenig offen. (J.P. Bezençon). - Vermessungsflug durch L+T am 9.9.70. Ein Vergleich mit der Aufnahme vom 29.9.69 zeigt, dass in der Zeit zwischen den Aufnahmedaten der dem Gletscher auf- und angelagerte Lawinenkegel zugenommen hat, während die im oberen Teil des Couloirs sichtbaren Ränder des Gletschereises ihre Lage kaum verändert haben. (Verfasser).

49 Pierredar. Vermessungsflug durch L+T am 9.9.70. Durch das Vermessungsbüro Vetterli in Freiburg sind, wie schon im letzten Jahr, vier Längenprofile photogrammetrisch aufgenommen worden. Sie lassen deutlich erkennen, dass der Gletscher oberhalb der Abbruchfront infolge des grossen Schneezuwachses im Winter 69/70 um wenige Meter dicker geworden ist, und dass sich die Abbruchfront in ihrem mittleren Teil etwas vorgeschoben hat. Die östliche Hälfte der Zunge lag am Aufnahmetag unter Schnee, die westliche, regenerierte Hälfte war von nicht mehr ganz frischen Eistrümmern überdeckt ausser im obersten Teil, wo die Spuren eines frischen Abbruches erkennbar waren. Der Eisrand auf dem Felsband mit den früheren Messstellen ist seit dem Vorjahr um wenige Meter zurückgeschmolzen. Die angegebene Höhenkote für das Gletschertor ergibt sich aus der photogrammetrischen Aufnahme. Sie gilt auch für das Vorjahr und ersetzt den publizierten Wert (2400 m). Am 11.9.69 lag der tiefste Punkt der Zunge (2411 m) noch ungefähr in der Mitte des Felsbandes in dem Bereich, wo im Berichtsjahr der Eisrand am weitesten zurückschmolz. (VAW-M. Aellen).

50 Oberaar. Der Oberaarsee erreichte am 17.8.70 die tiefstgelegene Stelle des Oberaargletschers auf Kote 2296.0 m (nach Beobachtung von O. Lucek, KWO). Während der Zeit des Höchststaues, vom 8.9. bis zum 12.10.70 war die Eiswand ca. 7,0 m hoch eingestaut. Das Wasser verliess die untersten Eispartien am 3.12.70. Die Einstauzeit im Sommer 1970 betrug somit 108 Tage.

Entsprechend der langen Einstauzeit im Herbst 1969 und im Sommer 1970 (bis zur Aufnahme vom 18.9) ist ein verhältnismässig grosser Rückzug von 18,8 m im Messinterval von 360 Tagen festzustellen. Der grösste Rückzugswert von ca. 30 m wurde von der Gletschermitte nach der linken Seite über eine Breite von rund 80 m gemessen. Die übrigen Partien der Zunge sind ziemlich gleichmässig um 8 m bis 15 m zurückgeschmolzen. Die verlorene Eisfläche beträgt 7100 m^2, der Volumenverlust 149 000 m^3 Eis. Die mittlere Höhe des oberen Eisrandes beträgt 2322.0 m, sie ist um 1.7 m tiefer als im Vorjahr. (A. Flotron für die Kraftwerke Oberhasli A.G.).

51 Unteraar. Im Vergleich zur Aufnahme von 1969 hat die Gletscherzunge in der Messperiode von 360 Tagen eine Eisfläche von 4010 m^2 verloren. Am linken, moränenbedeckten Rand ist ein Vorstoss von 20 m festzustellen, wahrscheinlich zum Teil bedingt durch Eisabbrüche an der oberen Gletscherkante. In der Gletschermitte ist der Rückzug ziemlich gleichmässig 15 - 20 m und im rechten Drittel, ebenfalls recht gleichmässig ca. 5 m. Durch den Gletscherschwund haben sich die Höhenschichtlinien wie folgt verschoben:

Höhenschichtlinie	Verschiebung in m
1910 m	- 17 m
1920 m	- 13 m
1930 m	- 13 m
1940 m	- 18 m
1950 m	- 15 m
1960 m	- 19 m

Die mittlere Neigung des Zungenendes hat sich somit nicht verändert. Im Sommer 1969 erreichte der See am 22.8. die untersten Eispartien. Am Tag des Höchststaues, am 6.9.69 wurden diese um ca. 1.5 m über eine Länge von ca. 100 m überflutet. Am 20.9.69 war der See wieder so weit abgesenkt, dass der Spiegel das Gletschereis nicht mehr benetzte.

Im Jahr 1970 lag der Seespiegel bereits am 8.8. auf Kote 1908 m und erreichte damit den tiefsten Gletscherrand. Der Höchststand auf Kote 1908.7 m dauerte mit kleinen Schwankungen vom 12. August bis zum 20. Oktober. Während dieser Zeit war die Gletscherzunge über eine Breite von ca. 80 m um 0.4 bis 0.7 m unter Wasser.

Der Eismassenverlust bis zur Koordinatenlinie 663 km, ermittelt aus dem Rückzug der Höhenkurven, beträgt ca. 325 000 m^3. Die tiefstgelegenen Punkte des Eisrandes befinden sich auf der Kote 1908.0 m über Meer. (A. Flotron für die Kraftwerke Oberhasli A.G.).

53 Stein. Vermessungsflug durch L+T am 27.8.70. (Verfasser).

54 Steinlimmi. Die Wiederholung der Ablationsmessungen an 7 Pegeln in gleicher Anordnung wie im Vorjahr ergab für die Periode vom 3.11.69 - 18.10.70 im Mittel einen Betrag von 3,43 m (grösster Wert: 3.84 m, kleinster Wert: 2.89 m). Das Jahresmittel für 1970 wurde zu 3.28 m/Jahr (1969: 4.86 m) bestimmt. Die am Zungenende gemessenen mittleren Gleitgeschwindigkeiten betrugen in der Messperiode vom 3.11.69 - 12.7.70 (272 Tage): 2.68 cm/Tag, vom 12.7. - 2.8.70 (21 Tage): 6.67 cm, vom 2. - 7.8.70 (5 Tage): 8.00 cm, vom 7.8. - 18.10.70 (72 Tage): 3.55 cm/Tag. (R. Haefeli). - Vermessungsflug durch L+T am 27.8.70. (Verfasser).

55 Trift. Vermessungsflug durch L+T am 18.9.70. Das Gletscherende ist unzugänglich und konnte deshalb nicht mehr am Boden eingemessen werden seit 1967. Anhand der Luftaufnahmen lässt sich die heutige Situation wie folgt beschreiben: die keulenförmige Zunge liegt in einem ca. 1 km breiten und doppelt so langen Becken, das talwärts von einem massiven Felsriegel der Win egg und Drosiegg abgesperrt wird. Der Gletscher endet mit einer schnabelähnlichen Verlängerung der Zunge in der tiefen Schlucht, welche den Felsriegel quer durchschneidet. Im Berichtsjahr ist der in die Schlucht eingepresste Eislappen zwar durch angelagerten Schnee um etliche Meter verlängert worden, anderseits aber hat er in seiner Breite und Dicke eindeutig abgenommen. Auch längs der Windegg ist der Gletscherrand zurückgeschmolzen. (Verfasser).

56 Rosenlaui. Auf der einzigen kontrollierbaren Messlinie ist seit dem letzten Messdatum ein Rückgang von 2 m gemessen worden. Westlich davon, in der Mulde am Fusse des Wellhorns, ist der Gletscher um 5 - 10 m vorgestossen und stürzt in kleinen Portionen über den glatten, steilen Felshang ab. (H. Vogt). - Vermessungsflug durch L+T am 21.9.70. Die Luftbilder bestätigen, dass der Gletscher seit der letzten Aufnahme (12.9.70) in etwa gleichem Ausmass wie in den Vorjahren vorgerückt ist. (Verfasser).

57 Oberer Grindelwald. Im Sommer 1970 waren es bereits 2 Schmelzwasserbäche, die durch kleine Tälchen über den Nollen herabstürzten. Der unterste Teil der Holztreppe musste im Frühsommer um etwa 50 m SW-wärts verlegt werden, um eventuellen Eisabbrüchen zu entgehen. Diese haben dann tatsächlich auch stattgefunden. Die Landschaft oben auf dem Nollen ist zur Unkenntlichkeit verändert: alle jene markanten Felsrippen, die früher den Eisstrom auf der Nord- und Nordwest - seite begrenzten und lenkten, sind überflutet. Damit sind auch die meisten Photopunkte ver - schwunden. Beim Ueberblick über den ganzen Gletscher vom höchsten Punkt des Nollens aus stellt man eine deutliche Dreiteilung der Zunge fest: ein erster Teil am Fuss des Wetterhorns spaltet sich vom mittleren Teil ab, der den Rücken des ganzen Nollens zu überfahren sich anschickt und seinerseits durch einen langen Riss abgetrennt ist vom Hauptstrom des Gletschers, der sich durch die Schlucht hinabschiebt. Dort ist der Vorstoss ganz ungeheuerlich. Ich glaube, die Schätzung von 100 m ist eher zu tief. Ich war erstaunt, wie wenig die Ergebnisse der Messungen vom 4.7. und 30.10. differierten (< 1 m auf allen 3 Messlinien). Die starke Abschmelzung während des Sommers sowie ein grösserer Abbruch an der kleinen Zunge im Schmelzwassertälchen (bei Messpunkt 1) werden dies bewirkt haben.

Die Eisdicke hat nochmals ganz erheblich zugenommen. Der Gletscher bietet schon auf dem An - marschweg, ja sogar vom Dorf aus, wieder einen wahrhaft imposanten Anblick. (V. Boss). - Vermessungsflug durch L+T am 13.8.70. Das im letzten Bericht erwähnte gefährdete "Hüttli"ist bereits im Winter 1969/70 von einer mit Eis vermischten Schneelawine zerstört worden, die bis in den Wald vordrang und auch dort erheblichen Schaden anrichtete. (Verfasser).

58 Unterer Grindelwald. Wie in den vorangehenden Jahren wurde die Veränderung der Zunge auch diesmal nach den von Hans Boss von bestimmten Standorten aus gemachten Photographien beurteilt. Ueber seine Beobachtungen teilte uns Viktor Boss mit: in der Schlucht ist die Zunge weiter, wenn auch nur schwach, zurückgegangen. Dagegen haben die Seitengletscher im Gebiet Schloss - lauenen, Kalli, Heisse Platte an Mächtigkeit deutlich zugenommen. - Vermessungsflug durch L+T am 6.8.70. (Verfasser),

59 Eiger. Parallel zur bestehenden Basislinie wurde 75 m westlich davon eine neue Messbasis angelegt. Sie ist durch die beiden im Sommer 1969 von H. Rutishauser permanent versetzten Signaltafeln festgelegt. Die Zungenmessung von dieser Basis aus wurde am 28.9.70 durchgeführt. Der Gletscher ist bei allen Punkten (ausser E) über die alte Basislinie gestossen. Eine genaue Messung war deshalb nicht möglich. Die Häufigkeit der Eisstürze aus der ca. 300 m breiten Abbruchfront auf der Guggiseite der Zunge lässt auch in diesem Gebiet ein Vorstossen des Gletschers vermuten. Fünf verschiedene Punkte in unmittelbarer Nähe der neu aufgeschobenen End - moräne wurden markiert um deren Vorrücken festzustellen. (R. Schwammberger). - Die Gletscherzunge wurde am 7.9.70 durch M. Zurbuchen und H. Rutishauser im Rahmen eines Vermessungskurses der Universität Bern terrestrisch-photogrammetrisch aufgenommen. (Verfasser).

60 Tschingel. Bei Punkt A weicht der Gletscher immer mehr vom anstehenden Fels zurück, sodass eine Messung ungenau würde. Der Rückzug der Zunge ist auf dieser Seite (orographisch links) ausgeprägter als auf der entgegengesetzten, wo sich die Verhältnisse seit dem Vorjahr nicht geändert haben, sodass der Gletscherrand an dieser Stelle immer noch mit Sicherheit festge - legt werden kann. Auch beim weiter östlich gelegenen Breitlauenengletscher sind die Verhältnisse seit dem Vorjahr die gleichen geblieben. Allem Anschein nach ist er im Vorstoss be - griffen, was sich in häufigen Eisabbrüchen (auch bei schönem Wetter) von seinem steilen Rand äussert. (R. Schwammberger).

61 Gamchi. Der Gletscher hat seinen grössten Vorstoss seit vielen Jahren zu verzeichnen. Die Zunge schiebt eine Menge Moränenschutt vor sich her. Dadurch wurde die Festlegung des Zungenendes erschwert. Ausserdem musste Punkt d, damit er nicht vom Eis verschoben werde, um 10 m auf die frühere Standlinie 220 m zurückgesetzt werden. (F. Zurbrügg). - Vermessungsflug durch L+T am 21.9.70. (Verfasser).

62 Schwarz. Auf der Messlinie B ist der Gletscherrand wegen der starken Schuttüberdeckung unauffindbar geworden. (E. Zeller).

63 Lämmern. Die Zunge endet im unteren Teil einer konvex geformten Steilstufe. (E. Zeller).

64 Blümlisalp. Vermessungsflug durch L+T am 21.9.70. Die Luftbilder lassen erkennen, dass der Gletscher praktisch auf der ganzen Breite vorgerückt ist, in der nordöstlichen Hälfte allerdings hauptsächlich dank den angelagerten Schnee- und Eislawinenresten. Beim Gletschertor am Südwestende der Zunge ist der Eisrand etwas zurückgewichen. (Verfasser).

66 Tiefen. Bei allen vier Messpunkten ist ein Rückschmelzen des Gletscherrandes festgestellt worden. Das Aussehen der Zunge hat sich nicht verändert: flaches Eisschild mit drei Moränenbändern auf der Nordseite, einem auf der Südseite. Von den beiden markierten Driftblöcken wurde nur der vordere gefunden. Er lag am Eisrand im Schutt. Seit 1969 hat er sich um mindestens 31m vorwärts bewegt und ist dabei in eine ostnordöstliche Richtung abgebogen. (J.Aschwanden, K. Oechslin).

67 St. Anna. Der Rückgang erfolgte hauptsächlich an den beiden seitlichen Eiszungen, die beide abtragenden Kräften stark exponiert sind: die westliche endet in einem steilen Geröllfeld, die östliche liegt unter der Abfahrtpiste vom Gemsstock. Unter solchen Umständen ist damit zu rechnen, dass die Lage des Eisrandes rasch wechselt. Beim Blick von der Moräne auf den Gletscher hat man den Eindruck, dass er auch im gesamten kleiner geworden ist. (J.Aschwanden, K. Oechslin).

68 Chelen. Die Zunge ist bei allen drei Messlinien vorgestossen. Dabei ist das kleine Gletschertor verschwunden. Das Gletscherende zeigt, verglichen mit dem Vorjahreszustand, links eher blankeres Eis, auf der stark mit Moränenmaterial durchsetzten rechten Seite weniger Querspalten. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

69 Rotfirn. Vorstoss bei beiden Messlinien. Der von Punkt FP 70 aus gesehen höchste Punkt der Zungenwölbung hat sich um 23 m talwärts verschoben, sodass die Visur zu diesem Punkt nun 50 % Steilheit beträgt, im Vorjahr 45 %. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

70 Damma. Der Rückgang verteilt sich ziemlich regelmässig auf das ganze Zungenende. Beim vordersten Messpunkt ist unter dem Geröll ein Eisrüssel zum Vorschein gekommen, und zwar 39 m vor dem im Herbst 1969 eingemessenen Eisrand. An der praktisch unveränderten Lage der Felsblöcke in dem Gebiet schlissen wir, dass das neu aufgeschlossene Eis nicht von einem Vorstoss der Zunge stammt, sondern im Vorjahr wegen der starken Ueberdeckung mit Gesteinschutt nicht sichtbar war. Der Driftblock ist um 24 m ostwärts gewandert. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

71 Wallenbur. Das Gletscherende lag am Messtag auf der linken Seite noch unter Altschnee. Deshalb wurde eine Messlinie nicht gemessen. Bei den anderen drei Linien ergab sich überall ein geringfügiges Vorrücken der durchwegs von relativ feinem Geröll überdeckten Zunge. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

74 Griess. Die flache Zunge ist vom Schutt völlig überdeckt, sodass der Eisrand nur beim Bachaustritt genau festgelegt und eingemessen werden konnte. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

76 Griessen. Auf der bereits seit längerer Zeit eisfreien Felspartie zwischen Profil 4 und 5 ist der Gletscherrand auch seitlich zurückgedrängt worden, sodass die Messung im Profil 5 einen Rückzug von 45 m ergab. Der tatsächliche Wert ist jedoch wesentlich kleiner und dürfte etwa gleich gross sein wie die in den Profilen 1 bis 4 ermittelten (5-10 m). Andererseits ist die Zunahme im Profil 6 (2 m) vermutlich dem Umstand zuzuschreiben, dass der in einer Mulde am Gletscherrand angesammelte Triebschnee erst kurz vor dem Messtermin wegschmolz. Effektiv beträgt die mittlere Längenänderung im Messbereich schätzungsweise nur etwa -7 m. (W. Rohrer).

77 Biferten. Die angegebene Höhenkote ist bei Punkt D bestimmt worden. Bei Punkt A hat die Gletscherdicke seit dem Vorjahr um rund 4 m zugenommen und beträgt jetzt etwa 11 m. (W. Wild).

78 Limmern. Die in einzelnen Teilen stark mit Moränenschutt beladene Zunge endet stellenweise unter einer verfirnten, gelegentlich sogar vereisten Altschneedecke, die wir bei der tachymetrischen Aufnahme des Zungenendes als Teil des Gletschers betrachteten. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt des Gletscherendes; die mittlere Höhe der gemessenen Strecke beträgt 2248.6 m. (VAW - H. Siegenthaler).

79 Sulz. Von Punkt A aus wurde die Distanz zu zwei verschiedenen Stellen des Gletschertores gemessen. Basispunkt 1 ist nunmehr ganz von dem durch den Gletscher vorgeschobenen Schutt überdeckt und für die Messung unbrauchbar. Dagegen konnte Punkt 2 in die Messung einbezogen werden. (J. Becker).

80 Glärnisch. Hauptsächlich im oberen Teil des Gletschers liegt eine so dicke, kompakte Schneedecke, wie ich sie bei diesem Gletscher noch nie bemerkt habe. (W. Wild).

81 Pizol. Die Begehung konnte bei sehr schönem und mildem Wetter durchgeführt werden. Die Basislinie A war zu diesem Zeitpunkt ausgeapert, eine Messung theoretisch also möglich. Auf dem Gletscher und im Vorfeld lag jedoch ziemlich viel, z.T. bereits harter Schnee, der anfangs Oktober gefallen war. Eine genaue Bestimmung des Gletscherrandes war deshalb nicht möglich. Wir hatten den Eindruck, dass er sich seit dem Vorjahr kaum wesentlich verändert hat. Eine ähnliche Situation trafen wir im Herbst 1965 an. (U. Eugster).

82 Lavaz. Eine neue Basislinie von 5 Messpunkten (A-E) wurde abgesteckt und eingemessen. (A. Sialm).

84 Lenta. Es konnten wiederum nur die Messlinien B und C gemessen werden, weil auf der orographisch rechten Seite der Eisrand unter der Moräne verschwunden ist. Punkt C6 und C7 sind durch Hochwasser verschüttet worden, sodass auf Punkt C5 zurückgegriffen werden musste. Der beachtliche Rückzug auf den beiden gemessenen Linien ist vor allem auf den Einsturz des Eisrandes in der Nähe des Gletschertores zurückzuführen. (B. Parolini). - Vermessungsflug durch L+T am 17.9.70. (Verfasser).

85 Vorab. Für das Gletschertor kann mangels eines solchen keine Höhenangabe gemacht werden. (R. Danuser).

86 Paradies. Der Gletscherrand wurde mit einem Polygonzug ab Punkt GL 7 erfasst, seine Lageänderung auf 31 je 10 m voneinander entfernten Messlinien graphisch ermittelt. Die Höhe des Gletschertores beträgt 8.6 m. Der Abstand von dem am 13.8.70 durch einen Messingbolzen versicherten Punkt GL 152 zum Eis beträgt horizontal 4.5 m, vertikal 3.1 m. Seit dem Vorjahr hat vor allem die Mächtigkeit der Zunge abgenommen. (O. Hugentobler). - Vermessungsflug durch L+T am 17.9.70. (Verfasser).

87 Suretta. Polygonzug ab Punkt 125. Graphische Ermittlung der Lageänderung durch 6 Messungen im Abstand von 10 m und rechtwinklig zur Basislinie P 0-PP125-PP189. Punkt GL 166 wurde am Messtag mit Messingbolzen versichert. (O. Hugentobler).

88 Porchabella. Polygonzug ab Hilfsfixpunkt A. Ermittlung der Lageänderung graphisch durch Messung im Abstand von 10 m und rechtwinklig zur Basislinie. Die angegebene Höhenkote gilt für das unterste von insgesamt neun Gletschertoren bei Punkt 22. (F. Juvalta).

90 Silvretta. Das Gletscherende wurde tachymetrisch aufgenommen. Die mittlere Höhe der gemessenen Strecke beträgt 2459.4 m (Vorjahr: 2459.1 m). Die in der Tabelle angegebene Kote bezieht sich auf den untersten Punkt der Zunge, die am Messtag aper und nur wenig verschmutzt war. Sie war im Herbst 1969 337 m breit und ist seither um 13 m schmäler geworden. Das frühere Gletschertor orographisch rechts ist eingestürzt. Einige Meter links davon hat sich ein neues kleines Tor aufgetan. Das Seelein vor dem früheren Gletschertor ist stark abgesunken. Der Gletscherbach entspringt z.T. diesem Seelein, z.T. dem neuen Tor. (VAW - H. Siegenthaler).

92 Roseg. Die Gletschergrenze ist nicht eindeutig festzulegen. Eingemessen wurde der Rand des sichtbaren Eises und das bergseitige Ufer des Sees am Zungenende. Dazwischen liegt eine nicht begehbare Terrasse aus einem wässrigen Gemisch von Eis, Sand und Schlick. Aus dem See steigen immer wieder Eispartien auf. Deshalb sind die Angaben über die Lage des Gletscherendes und deren Veränderung etwas unsicher. (O. Bisaz).

93 Tschierva. Es wurde von der 1957 angelegten Basislinie aus gemessen. Der Gletscher stösst auf der ganzen gemessenen Breite mit stark aufgewölbtem Rand vor. (O. Bisaz).

94 Morteratsch. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf das Tor am Gletscherrande. Ein grösseres Tor befindet sich ca. 200 m westlich davon in 2010 m ü.M. (O. Bisaz).

95 Calderas. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf das nördliche Tor; ein anderes befindet sich etwa 120 m SW davon in 2690 m ü.M. (O. Bisaz).

96 Tiatscha. Der Gletscher endet mit einer Eiswand über einer steilen Felsstufe. Die Abbruchwand wird naturgemäss ihre Lage kaum verändern, solange der Gletscher genug Eis nachliefert um die Schmelzung zu kompensieren. In den nächsten Jahren werden, bei gleichbleibenden Verhältnissen, keine Messungen möglich sein. Die weitere Entwicklung der Zunge soll aber photographisch festgehalten werden. (J. Könz).

97 Sesvenna. Trotz der sehr späten Schneeschmelze war wiederum ein leichter Rückgang des Gletschers zu verzeichnen. Die Zunge ist auf der Westseite mit Moränenschutt überdeckt. (L. Rauch).

98 Lischana. Der nördliche Teil des Gletscherendes hat sich seit dem Vorjahr nur unbedeutend verändert. Die eisfreie Zone um den Felskopf auf der Westseite ist grösser geworden. Punkt A der Grundlinie lag wie im vorletzten Jahr unter Firnschnee. Der bisherige Messpunkt 186, der mit Moränenmaterial zugedeckt wurde, musste durch den neu eingerichteten Basispunkt 160 ersetzt werden. (L. Rauch).

99 Cambrena. Der Gletscher ist in der Mitte des gemessenen Abschnittes stark vorgerückt. Die markierten Steine der Messpunkte 3, 4 und 5 liegen nun unter dem Eis.Die sehr gut ausgebildete Vorstossmoräne ist stellenweise über 3 m hoch. Bei Punkt 1 hat das Eis den oberen Rand einer Felsrippe erreicht und wird sich demnächst darüber vorschieben. (A. Godenzi).

100 Palü. Bis auf eine kleine Nische ist die Verbindung über die hohe und steile Felsstufe zwischen dem oberen und unteren Teil des Gletschers wieder durchgehend. Offensichtlich ist dies der Hauptgrund des überraschend kräftigen Vorstosses der Zunge. Nachdem in den letzten Jahren der Rückgang der Zunge sich verlangsamt hatte und nachdem bereits im Vorjahr das Eis die trennende Felsstufe zu überbrücken begann, wurde eine Zunahme erwartet, jedoch nicht in solchem Ausmass. Von der Zungenmitte an südostwärts ist der Vorstoss auch an dem bis zu 3 m hoch aufgestauchten Moränenmaterial eindeutig zu erkennen. Wie im Vorjahr war der Gletscherbach am Messtag sehr gross und es fanden lokale Eisabbrüche statt. Beide Gletschertore sind klein geworden und teilweise eingestürzt. Eine neue Messbasis wurde 223 m näher am Gletscher, parallel zu der seit 1954 bestehenden eingerichtet. (A. Colombo).

101 Paradisino. Die Gletscherzunge erreicht noch die Talebene, aus der sie sich bei andauerndem Schwund bereits in den nächsten Jahren in einen steileren Talabschnitt zurückziehen dürfte. Sie war am Messtag rechts noch von Firnresten, links von den von Corno di Campo heruntergestürzten Schuttmassen bedeckt. (A. Colombo).

102 Forno. Starker Rückzug (bis 80 m) der östlichen Zungenhälfte, wo das Gletscherbett aus unebenen Felsen besteht. Der Talgrund scheint sich oberhalb dieser Felsen zu verflachen, sodass in den nächsten Jahren geringere Verkürzungsbeträge zu erwarten sind. (O. Bisaz).

103 Bresciana. Eine grosse Menge Schutt ist von der Seitenmoräne auf den unteren Teil der Zunge gefallen. Auf der Südseite hat sich eine Runse in die Seitenmoräne und den Gletscher eingeschnitten, sodass zwischen den Messpunkten 1 und 2 ein Eiswändchen entstanden ist. Bei unserem Besuch am 29./30.7.70 war diese Rinne noch nicht da. Sie muss sich bei einem der schweren Gewitter gebildet haben, die sich im August und September über dem Val Blenio entluden.

Wir haben die Grenze des sichtbaren Eises eingemessen, ohne Berücksichtigung der Tatsache, dass unter den Schuttablagerungen ebenfalls noch Eis liegt, das an einzelnen Stellen sogar unterhalb der Gletschergrenze von 1969 zutage tritt. Als zusammenhängende Masse erscheint es jedoch nur oberhalb der neu eingemessenen Grenzlinie. Unter diesen Umständen ist die Festlegung der Gletschergrenze weitgehend eine Ermessensfrage und somit die genaue Messung problematisch geworden. (F. Viviani).

104 Basodino. Vermessungsflug durch L+T am 18.9.70. (Verfasser).

105 Rossboden. Vermessungsflug durch L+T am 29.9.70. (Verfasser).

Abbildung 3

Zungenstände des Allalingletschers

nach den Vermessungsaufnahmen von 1954 – 1970

0 100 200 m

Legende:

Lage des Gletscherrandes am:

4. Oktober 1964 trigonometrische Vermessung durch die Abt. für Hydrologie und Glaziologie an der VAW – ETHZ

Photogrammetrische Aufnahmen: Auswertung am Autographen:

7.–10. Juli 1954 — Terrestrische Aufnahme — Vemessungsbüro Helbling, Flums

4. September 1965
4. Oktober 1965
19. September 1966
26. September 1967
13. September 1968
19. August 1969
24. September 1970

Vermessungsflug: Eidg. Landestopographie — Geodätisches Institut der ETHZ

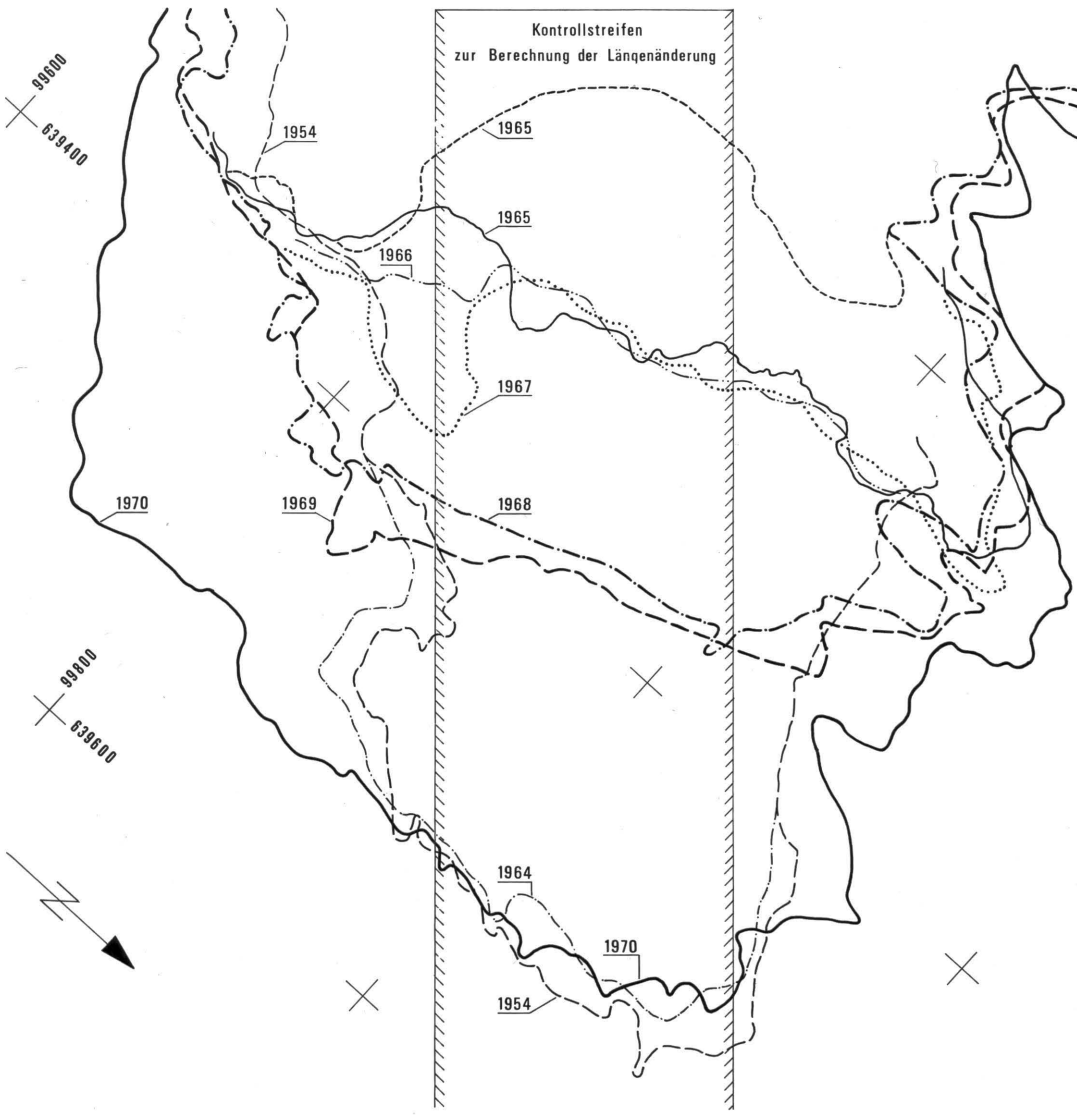


Tabelle 7. Anzahl der Gletscher im Vorstoss und im Rückzug, in Prozent der Gesamtzahl der beobachteten Gletscher, von 1890/91 bis 1969/70.

Jahr	Anzahl Gletscher				Prozent		
	Beobachtet (100%)	Rückzug	Stationär	Vorstoss	Rückzug	Stationär	Vorstoss
1890/91	29	16	3	10	55	10	35
1891/92	28	18	2	8	64	7	29
1892/93	30	21	0	9	70	0	30
1893/94	44	32	3	9	73	7	20
1894/95	52	40	4	8	77	8	15
1895/96	38	30	4	4	78	11	11
1896/97	58	43	5	10	74	9	17
1897/98	61	48	4	9	79	6	15
1898/99	62	56	0	6	90	0	10
1899/00	68	58	4	6	85	6	9
1900/01	61	52	6	3	85	10	5
1901/02	59	38	9	12	65	15	20
1902/03	51	37	5	9	73	10	17
1903/04	57	53	2	2	92	4	4
1904/05	47	42	2	3	89	5	6
1905/06	55	47	1	7	85	2	13
1906/07	59	48	1	10	81	2	17
1907/08	57	42	2	13	74	3	23
1908/09	56	46	1	9	82	2	16
1909/10	51	36	0	15	71	0	29
1910/11	60	56	0	4	93	0	7
1911/12	50	29	2	19	58	4	38
1912/13	52	32	5	15	61	10	29
1913/14	47	26	4	17	55	9	36
1914/15	38	21	4	13	56	10	34
1915/16	56	16	4	36	29	7	64
1916/17	70	31	4	35	44	6	50
1917/18	58	23	8	27	40	14	46
1918/19	82	22	3	57	27	4	69
1919/20	101	33	6	62	33	6	61
1920/21	132	80	8	44	61	6	33
1921/22	82	43	12	29	51	14	35
1922/23	118	66	23	29	56	19	25
1923/24	100	66	11	23	66	11	23
1924/25	98	69	11	18	70	11	19
1925/26	95	37	8	50	40	8	52
1926/27	96	68	6	22	71	7	22
1927/28	103	83	6	14	81	5	14
1928/29	102	79	12	11	77	12	11
1929/30	96	77	11	8	80	12	8

Tabelle 7. Anzahl der Gletscher im Vorstoss und im Rückzug, in Prozent der Gesamtzahl der beobachteten Gletscher, von 1890/91 bis 1969/70.

Jahr	Anzahl Gletscher				Prozent		
	Beobachtet (100%)	Rückzug	Stationär	Vorstoss	Rückzug	Stationär	Vorstoss
1930/31	92	60	12	20	66	12	22
1931/32	108	87	7	14	80	7	13
1932/33	98	79	4	15	81	4	15
1933/34	94	84	3	7	89	3	8
1934/35	83	70	3	10	84	4	12
1935/36	69	58	5	6	84	7	9
1936/37	71	54	8	9	76	12	12
1937/38	81	71	7	3	88	8	4
1938/39	57	46	3	8	81	5	14
1939/40	60	47	4	9	78	7	15
1940/41	72	52	3	17	72	4	24
1941/42	65	61	0	4	94	0	6
1942/43	71	63	3	5	89	4	7
1943/44	55	48	3	4	87	6	7
1944/45	63	56	3	4	89	5	6
1945/46	76	61	5	10	80	7	13
1946/47	84	82	2	0	98	2	0
1947/48	78	60	8	10	77	10	13
1948/49	81	75	2	4	93	2	5
1949/50	80	79	0	1	99	0	1
1950/51	80	63	7	10	79	9	12
1951/52	49	46	2	1	94	4	2
1952/53	76	70	4	2	92	5	3
1953/54	73	65	3	5	89	4	7
1954/55	76	50	7	19	66	9	25
1955/56	70	56	3	10	80	4	14
1956/57	88	75	3	10	85	3	12
1957/58	89	83	0	6	93	0	7
1958/59	76	69	0	7	91	0	9
1959/60	63	56	0	7	89	0	11
1960/61	85	72	3	10	85	3	12
1961/62	92	76	3	13	83	3	14
1962/63	93	77	6	10	83	6	11
1963/64	84	78	1	5	93	1	6
1964/65	90	58	10	22	65	11	24
1965/66	90	53	3	34	59	3	38
1966/67	100	73	3	24	73	3	24
1967/68	98	57	6	35	58	6	36
1968/69	103	69	6	28	67	6	27
1969/70	98	61	6	31	62	6	32

3.3. Photographien

BILDLEGENDEN:

1 Der vorstossende Obere Grindelwaldgletscher am 13. August 1970. Ausschnitt aus der senkrechten Flugaufnahme Nr. 605 der Eidgenössischen Landestopographie.- Der im Sommer 1970 im untersten Teil neu erstellte, im Bilde deutlich erkennbare Leiternweg, der beim Pfeil E den Felsnollen erreicht, ist inzwischen unbenützbar geworden, weil ihn der den Nollen überfahrende Gletscher mit Eisstürzen bedroht. Der Hauptstoss der Gletscherzunge folgt aber der Schlucht, in der die Eisfront den Pfeil F erreicht hat. In der rechten unteren Ecke des Bildes liegt das Restaurant Milchbach, von dem aus das Photo 5 aufgenommen worden ist.

2 Rhonegletscher. Ausschnitt aus der senkrechten Flugaufnahme Nr. 1452 der Eidgenössischen Landestopographie vom 18. September 1970. In dem mit 1 bezeichneten Kreis am unteren Bildrand, hinter dem Hotel Seiler in Gletsch, befindet sich eine Thermalquelle. Von dieser aus hat Henri Besson im Jahre 1777 eine Entfernung zum Eisrand von ungefähr 300 toises oder 585 Metern gemessen. Deutlich erkennbare Moränen zeugen von früheren Gletscherständen. Die gestrichelte, mit 2 bezeichnete Linie zeigt die grösste Ausdehnung des Gletschers anfangs des 17. Jahrhunderts. Die Wallreste im Talboden sind dem Jahr 1602 zuzuschreiben; weiter oben unterscheiden sich die beiden Hochstände nur unwesentlich. Die Linie 3 entspricht dem Stirnwall von 1818, die Linie 4 den Wällen von 1826 und 1856. Die beiden Kreise geben die Standorte von je einem Steinmann mit den Jahrzahlen 1818 beziehungsweise 1856 an. Bis 1912 zog sich der Gletscher bis an den Fuss des Felshanges zurück, stiess danach bis zum Jahre 1921 um 122 Meter vor und bildete die mit Linie 5 angegebene Stirnmoräne. Bis zum Jahre 1932 zog sich die Gletscherfront wieder zum Stand von 1912 zurück, und im Jahre 1944 verliess der auf der rechten Talseite noch übriggebliebene letzte Eislappen den Talgrund. Mit der punktierten Linie 6 ist der Gletscherrand im Zeitpunkt der Flugaufnahme hervorgehoben. Seit dem Hochstand vom Jahre 1818 hat sich die Front des Gletschers um rund 2200 Meter bis in die Nähe des Hotels Belvedere zurückgezogen.

3 Rhonegletscher am 16. August 1848. Reproduktion einer Farblithographie von Henri Hogard, vom linken Talhang bei Gletsch aus gezeichnet. Die Reproduktion stammt aus dem Werk "Vermessungen am Rhonegletscher 1874-1915", Neue Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Band LII, 1916. - Die Zahlen haben die gleiche Bedeutung wie in Photo 2. Die mit 2 bezeichneten Wallreste aus dem Jahre 1602 sind seit dem Besuch von H. Hogard auf dem linken Ufer der Rhone gänzlich abgetragen und zu Bauzwecken verwendet worden.

4 Rhonegletscher am 22. September 1970, vom annähernd gleichen Standort aus gesehen wie die Lithographie von H. Hogard aus dem Jahre 1848. Die im Bild eingezeichneten Linien und Zahlen sind in der Legende zu Photo 2 erklärt.
Aufnahme Markus Aellen, VAW/ETH, Zürich.

5 Oberer Grindelwaldgletscher am 31. Oktober 1970, vom Restaurant Milchbach aus aufgenommen. - Beim Pfeil E ist das obere Ende des Leiternweges am Felsnollen erkennbar. Die vorstossende Zunge hat die Höhe dieses quer vor die Talschlucht gestellten Felsnollens erreicht und beginnt diesen zu überfahren. Der grösste Teil des Eises fliesst durch die dahinter liegende Schlucht auf den Betrachter zu. Die Pfeilspitze F gibt die Lage der Eisfront im Zeitpunkt der Aufnahme an. - Im Winter 1970/71 hat der Gletscher die ganze Schlucht mit Eis gefüllt und beginnt nun in den Talboden vorzustossen. Die Aufnahmen im 86. Bericht für 1964/65, die Hans Boss vom Felsnollen aus aufgenommen hatte, zeigen den Beginn der heute noch andauernden Vorstossphase.
Aufnahme Hans Boss, Zweilütschinen.

E
F

6
5
2
4
3
1

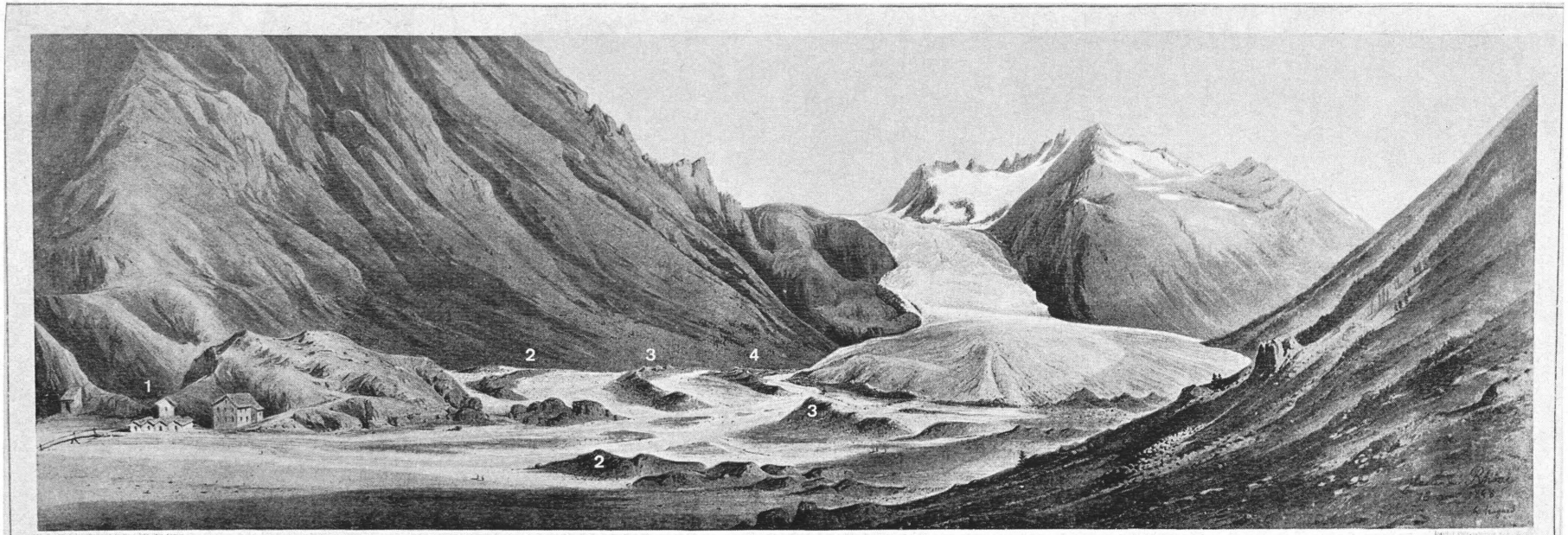
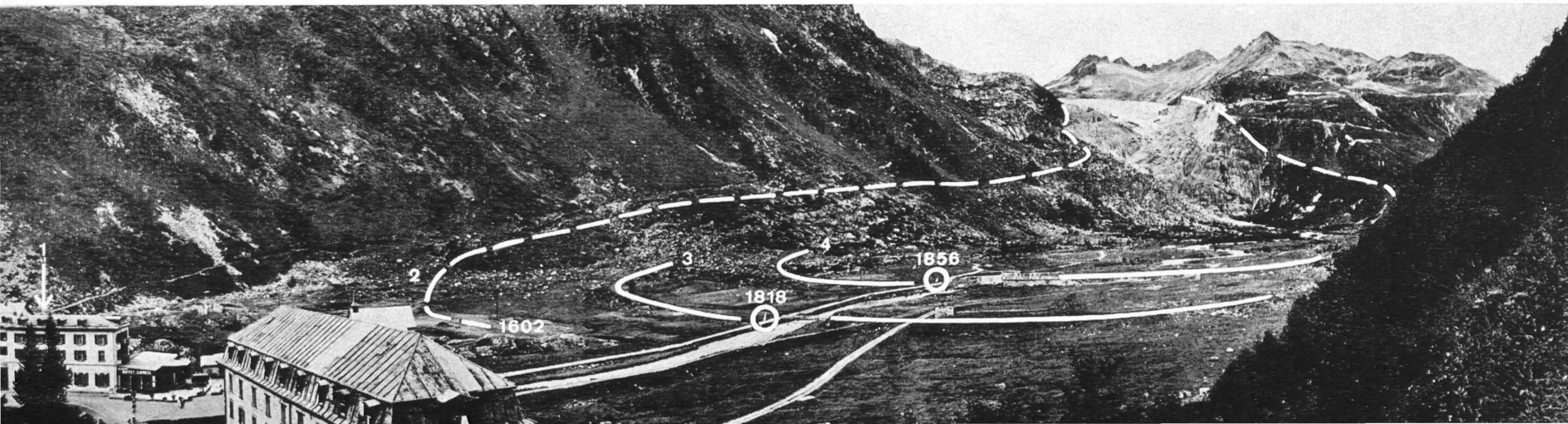


Fig. 3. Le glacier du Rhône le 16 août 1848, d'après une aquarelle de H. Hogard



E
F

3.4. Massenbilanzen

In Tabelle 8 sind die Massenbilanzen von vier Gletschern für die Haushaltsjahre 1967/68, 1968/69 und 1969/70 eingetragen. Die Zahlenwerte in der Kolonne B_a geben an, um wieviel grösser oder kleiner die Gesamtmasse des Gletschers am Ende des Bilanzjahres ist, als sie an dessen Anfang war, gemessen in Einheiten von 1000 m3 Eis. Denkt man sich diesen Zuwachs oder Verlust an Eis geschmolzen und als Wasser gleichmässig über die gesamte Gletscherfläche verteilt, so stellt die Höhe dieser Wasserschicht diejenige Grösse dar, die wir als mittlere spezifische Hauhaltszahl b_a bezeichnen. Diese Werte b_a in kg/m^2 oder, was dasselbe bedeutet, in Millimeter Wasserhöhe sind ebenfalls in der Tabelle zu finden. Diese Werte sind für verschieden grosse Gletscher direkt vergleichbar.

Tabelle 8. Massenbilanzen einiger Gletscher für die Jahre 1967/68 bis 1969/70.

Gletscher	Bilanzjahr	Gletscherfläche km^2	Bilanzen B_a 10^3 m^3 Eis (1	b_a kg/cm^2 (2	Gleichgewichtsgrenze m ü.M.
3 Gries	13.10.67-11.10.68	6.38 (3	+ 2 354	+ 332	2 710
	11.10.68- 7.10.69	6.38 (3	+ 1 907	+ 269	2 740
	11.10.69- 7.10.70	6.38 (3	- 3 678 (4	- 519 (4	3 040
5 und 6 Aletsch	1.10.67-30. 9.68	124.00 (5	+ 97 134	+ 705	
	1.10.68-30. 9.69	123.71 (6	+ 44 125	+ 321	
	1.10.69-30. 9.70	123.26 (7	- 17 696	- 129	
78 Limmern	17. 9.67- 9. 9.68	3.29 (8	+ 1 451	+ 397	2 530
	9. 9.68- 5. 9.69	3.29 (8	- 512	- 140	2 740
	5. 9.69- 6. 9.70	3.29 (8	- 578 (4	- 158 (4	2 820
90 Silvretta	29. 9.67-24. 9.68	3.33 (9	+ 1 687	+ 456	2 645
	24. 9.68-25. 9.69	3.33 (9	- 1 088	- 294	2 800
	25. 9.69-26. 9.70	3.33 (9	+ 266 (4	+ 72 (4	2 730

(1 Mit einer Dichte des Eises von 0.9 g/cm^3 gerechnet.

(2 1 kg/m^2 entspricht 1 mm Wasserhöhe.

(3 Fläche vom 1.9.67.

(4 Berechnet nach Zonen gleicher spezifischer Bilanzen (Fleckenmethode). Die Werte für 1967/68 und 1968/69 sind unter Annahme einer empirischen Höhenbeziehung für Nettoakkumulation bzw. Nettoablation ermittelt worden. Nach dieser Methode ergeben sich für das Berichtsjahr 1969/70 folgende Zahlen:

	B_a 10^3 m^3 Eis	b_a kg/m^2
Gries	- 3 332	- 470
Limmern	- 728	- 199
Silvretta	+ 278	+ 75

(5 Geschätzte Fläche für den 15.9.69.

(6 Geschätzte Fläche für den 13.9.69 (nicht 30.9.69, wie irrtümlicherweise im 90. Bericht angegeben. Auf der entsprechenden Zeile der Tabelle ist ausserdem die Zeitangabe für das Bilanzjahr folgendermassen zu berichtigen: 1.10.68-30.9.69 tritt anstelle von 30.9.68-13.9.69).

(7 Geschätzte Fläche für den 11.9.70

(8 Fläche vom 11.9.59.

(9 Fläche vom 2.10.56.

Im Berichtsjahr 1969/70 ist beim Silvrettagletscher die Masse mit einer Aenderung von nur +72 Millimeter praktisch gleich geblieben, bei den Gletschern Limmern und Aletsch ist mit - 158 Millimeter beziehungsweise -129 Millimeter ein ganz bescheidener Verlust festzustellen. Etwas mehr hat der Griesgletscher mit - 519 Millimetern eingebüsst, was zum Teil auf das Zurückschmelzen der durch den künstlichen See eingestauten Zunge zurückzuführen ist, vor allem aber auf die unter den Normalwerten liegenden Niederschlagsmengen dieses von der Alpensüdseite her klimatisch stark beeinflussten Gebietes. Ein ähnliches Niederschlagsmanko ist im klimatisch verwandten Gebiet von Mattmark gemessen worden.

Für die Gletscher Oberaar und Unteraar deuten die Messwerte von A. Flotron auf leicht negative Haushaltszahlen hin.

Tabelle 9. Griesgletscher - Mittlere spezifische Massenbilanz 1969/70 für Höhenstufen von 100 m. Bilanzjahr : 7.10.1969 - 12.10.1970.

Höhenstufen m ü.M.	Fläche km^2	Massenbilanz 10^6 m^3 Wasser	Mittlere spezifische Massenbilanz kg/m^2
3400 - 3300	0.077	+ 0.056	+ 727
3300 - 3200	0.139	+ 0.076	+ 547
3200 - 3100	0.497	+ 0.175	+ 352
3100 - 3000	1.552	+ 0.497	+ 320
3000 - 2900	0.976	- 0.030	- 31
2900 - 2800	0.707	- 0.175	- 248
2800 - 2700	0.689	- 0.202	- 293
2700 - 2600	0.968	- 1.440	- 1 487
2600 - 2500	0.503	- 1.178	- 2 342
2500 - 2400	0.261	- 0.834	- 3 195
2400 - 2300	0.011	- 0.257 (1	-23 363 (1
3400 - 2300	6.380	- 3.312	- 519

(1 einschliesslich der am Zungenende in Kontakt mit dem Stausee geschmolzenen Eiszunge.

Abbildung 4

GRIESGLETSCHER

Massenbilanz 1969/1970

Einzugsgebiet des Stausees Gries F = 10, 18 km²
Vergletschertes Gebiet G = 6,38 km² (Stand 1.9.1967) $\frac{G}{F}$ = 62.7 %
Mittlere spezifische Massenbilanz 7.10.1969 – 12.10.1970 = –519 kg m⁻²
Lage der Gleichgewichtslinie 12.10.1970 = 3040 m ü.Meer
Zungenänderung 17.10.1969 – 18.10.1970 = –25.5m

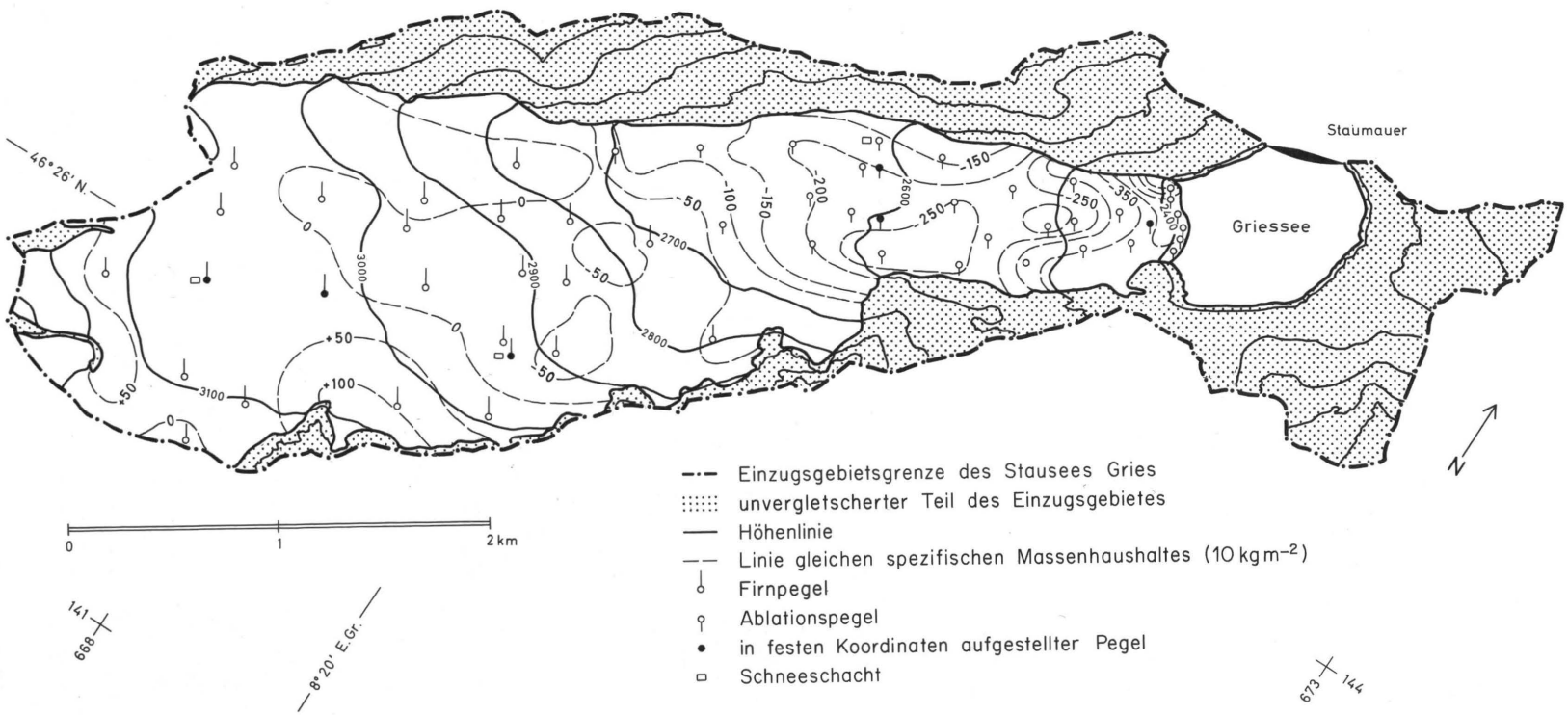


Tabelle 10. Griesgletscher - Hydrologische Bilanzen 1961/62 - 1969/70

(Gletscher Nr. 3 des Beobachtungsnetzes)

Die Bilanzen sind alle auf das gesamte Einzugsgebiet von 10.18 km^2 des Stausees Gries bezogen.

Bilanzjahr	Abfluss (1	Landesverdunstung (2	Reservenänderung (3	Gebietsniederschlag (4	Totalisatorniederschlag (5
	kg/m^2	kg/m^2	kg/m^2	kg/m^2	kg/m^2
3.10.1961- 2.10.1962	2335	200	- 702	1833	-
2.10.1962- 3.10.1963	2103	200	+ 21	2324	-
3.10.1963- 2.10.1964	2466	200	- 567	2099	-
2.10.1964- 5.10.1965	1449	200	+ 608	2257	1956
5.10.1965- 3.10.1966	1626	200	- 183	1643	1343
3.10.1966-13.10.1967	1964	200	+ 167	2331	1874
13.10.1967-11.10.1968	1557	200	+ 208	1962	1887
11.10.1968- 7.10.1969	1631	200	+ 168	1999	1642
7.10.1969-12.10.1970	1858	200	- 325	1733	1331

(1 Die Abflusshöhen gelten für das Jahr vom 1. Oktober bis 30. September. Diese Werte weichen von denjenigen für das angegebene Bilanzjahr um rund ± 2 % ab. - Vor dem 1.6.1966 sind die Abflussmengen in der Regel in den Monaten Juli bis Septmber in der Limnigraphenstation gemessen, für die abflussarmen anderen Monate geschätzt worden. Ab 1.6.1966 erfolgte der künstliche Seeaufstau. Seither wurde die Zuflussmenge des Sees aus der turbinierten Wassermenge (keine Pumpspeicherung), aus den mittels Druckwaage registrierten Oberflächenkoten des Stausees und der hypsometrischen Kurve des Stausees berechnet (Messungen der Kraftwerke Aegina AG). Die Abflussmengen früherer Jahre ergaben 1956/57 2113 kg/m^2, 1957/58 2577 kg/m^2, 1958/59 2411 kg/m^2, 1959/60 2173 kg/m^2 und 1960/61 2360 kg/m^2.

(2 Invariant mit 200 kg/m^2 eingesetzt.

(3 Umgerechnet von der vergletscherten Fläche (6.38 km^2) auf die Gesamtfläche des Einzugsgebietes (10.18 km^2).

(4 Aus Abfluss, Landesverdunstung und Reservenänderung gerechnet.

(5 Standort des Totalisators: Koordinaten km 672.340 / km 145.800, Kote 2510 m ü.M.

Tabelle 11. Hydrologische Bilanz des Einzugsgebietes der Aletschgletscher 1964/65 - 1969/70

Einzugsgebiet bis Ende 1964:

Abflussmessstation Massa - Massaboden 686.93 m ü.M., Koord. 643.9/131.5 (370 m oberhalb der neuen Strassenbrücke, rechtes Ufer)

Gesamtfläche F_M = 202.00 km^2, Mittlere Höhe = 2899.9 m ü.M. (Aufnahme 1957)

Gletscherfläche F_G = 129.76 km^2 (Aufnahme 1957)

Mittlere Höhe der Gletscherfläche = 3037.9 m ü.M. (Aufnahme 1957)

Einzugsgebiet ab 1965:

Abflussmessstation Massa - Blatten bei Naters 1445.96 m ü.M., Koord. 643.700/137.290

Gesamtfläche F_B = 194.70 km^2, Mittlere Höhe = 2950.3 m ü.M. (Aufnahme 1957)

Legende: Alle Bilanzgrössen sind in kg/m^2.Jahr (= mm Wasser / Jahr) ausgedrückt und beziehen sich auf das Bilanzjahr vom 1. Oktober bis 30. September.

N_M, N_B = Niederschlag
V_M, V_B = Verdunstung
A_M, A_B = Abfluss
R_M, R_B = Reservenänderung

} bezogen auf das Einzugsgebiet F_M (Massaboden), bzw. das Einzugsgebiet F_B (Blatten bei Naters)

B = Massenbilanz — bezogen auf die Gletscherfläche F_G.

Für das Einzugsgebiet von Massaboden: (1 (2

Bilanzjahr 1.10.-30.9.	N_M kg/m^2	V_M kg/m^2	A_M kg/m^2	R_M kg/m^2	F_G (4 km^2	B kg/m^2
1964/65	2601	210	1606	+ 785	126.14	+ 1257

Für das Einzugsgebiet von Blatten bei Naters:

Bilanzjahr 1.10.-30.9.	N_B (3 kg/m2	V_B kg/m^2	A_B kg/m^2	R_B kg/m^2	F_G (4 km^2	B kg/m^2
1964/65	2652	210	1627	+ 815	126.14	+ 1257
1965/66	2391	210	1802	+ 379	124.80	+ 591
1966/67	2426	210	2020	+ 196	124.15	+ 307
1967/68	2358	210	1699	+ 449	124.00	+ 705
1968/69	2241	210	1827	+ 204	123.71	+ 321
1969/70	2270	210	2142	- 82	123.26	- 129

(1 Die Werte für die Jahre 1922/23 - 1964/65 sind publiziert in: P. Kasser (1967): Fluctuations of Glaciers, Table 11, Publikation der UNESCO und der IAHS.

(2 Zur Bestimmung der Bilanzen wurden vorerst die Bilanzgrössen für die Periode 1. Oktober 1927 bis 30. September 1957 ermittelt und zwar:
B aus photogrammetrischen Aufnahmen der Jahre 1927 und 1957 (5
A_M aus der Limnigraphenmessung in Massaboden
V_M durch Schätzung (210 kg/m^2.Jahr) und damit
$N_M = A_M + V_M + R_M$, wobei $R_M = B \cdot F_G/F_M$, wobei sich ergab:
$N_M = 2/3 \cdot (N_{Fiesch} + N_{Kippel} + N_{Grindelwald})$.
Für die einzelnen Jahre wurde N_M mit dieser Beziehung geschätzt, V_M invariant mit 210 kg/m^2 eingesetzt, A_M gemessen, womit $R_M = N_M - V_M - A_M$ und $B = R_M \cdot F_M/F_G$.

(3 N_B wurde aus N_M und dem Niederschlag N_D des Differenzgebietes ($F_M - F_B$) gerechnet. Ausgehend von N_D = 1200 kg/m^2.Jahr für die Periode 1901 - 1940 wurde N_D für ein einzelnes Jahr durch Multiplikation mit dem Verhältnis der Niederschläge ($N_{Fiesch} + N_{Kippel}$) für dieses Jahr zum Mittelwert der Periode 1901 - 1940 geschätzt.

(4 Die Aenderung der Gletscherfläche ΔF_G = - 8.14 km^2 von 1927 - 1957 wurde auf die einzelnen Jahre interpoliert und extrapoliert unter der Annahme einer linearen Beziehung zwischen Flächenänderung und Lageänderung des Gletscherendes. Der Aenderung von - 8.14 km^2 entsprach eine Lageänderung von - 451.6 m.

(5 Die Volumänderungen für die Periode 1927 - 1957 sind in der unter Bemerkung (1 zitierten Publikation in Table 15 zu finden. Die Volumina wurden mit dem Raumgewicht γ = 0.9 kg/dm^3 auf die Massen B umgerechnet.

Tabelle 12. Limmern- und Platalvagletscher.

Mittlere spezifische Massenbilanz 1969/70 für Höhenstufen von je 100 m.
Bilanzjahr: 5.9.1969 - 6.9.1970.

Höhenstufen m ü.M.	Fläche km^2	Massenbilanz 10^6 m^3 Wasser	Mittlere spezifische Massenbilanz kg/m^2
3400 - 3300	0.053	+ 0.040	+ 755
3300 - 3200	0.034	+ 0.012	+ 353
3200 - 3100	0.014	+ 0.003	+ 214
3100 - 3000	0.079	+ 0.014	+ 177
3000 - 2900	0.264	+ 0.063	+ 239
2900 - 2800	0.572	+ 0.125	+ 219
2800 - 2700	0.980	- 0.091	- 93
2700 - 2600	0.529	- 0.253	- 478
2600 - 2500	0.257	- 0.063	- 245
2500 - 2400	0.235	- 0.107	- 455
2400 - 2300	0.101	- 0.104	- 1030
2300 - 2200	0.124	- 0.114	- 919
2200 - 2100	0.048	- 0.045	- 938
2100 - 3400	3.290	- 0.520	- 158

Tabelle 13. Silvrettagletscher.

Mittlere spezifische Massenbilanz 1969/70 für Höhenstufen von je 100 m.
Bilanzjahr: 25.9.1969 - 26.9.1970.

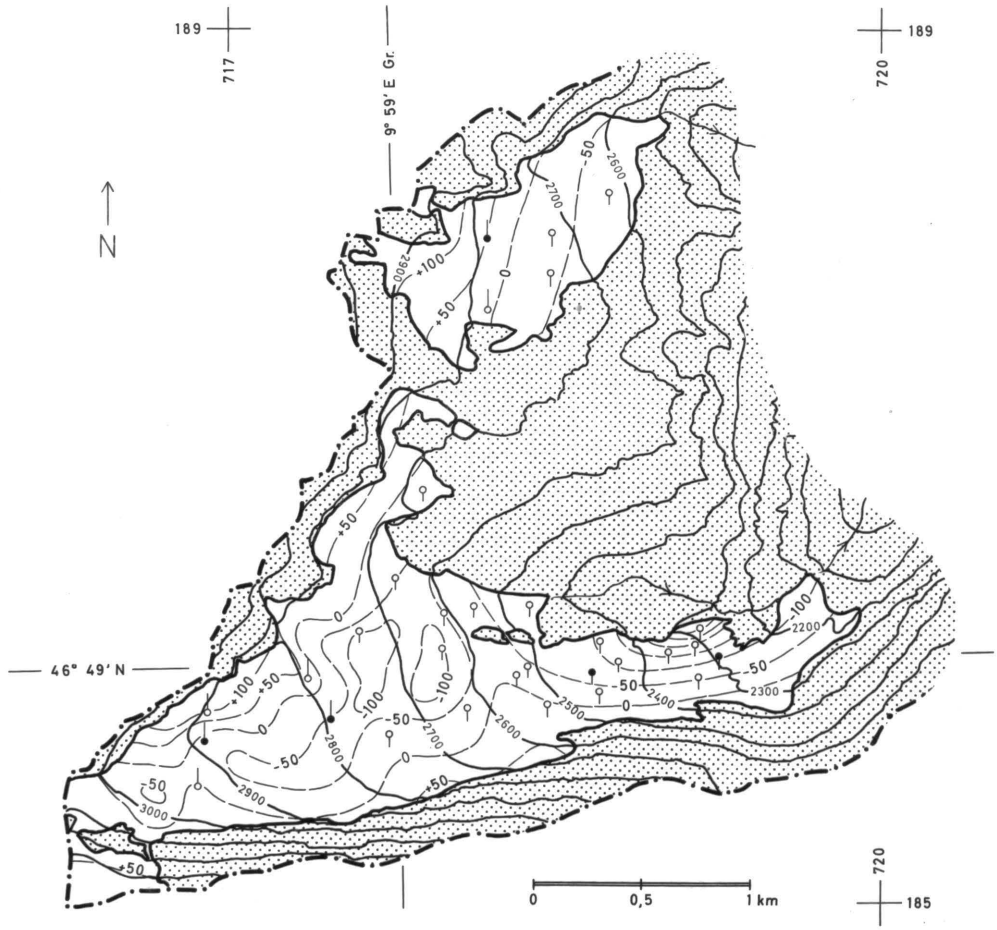
Höhenstufen m. ü.M.	Fläche km^2	Massenbilanz 10^6 m^3 Wasser	Mittlere spezifische Massenbilanz kg/m^2
3100 - 3000	0.337	+ 0.356	+ 1056
3000 - 2900	0.658	+ 0.483	+ 734
2900 - 2800	0.638	+ 0.327	+ 512
2800 - 2700	0.848	+ 0.077	+ 91
2700 - 2600	0.379	- 0.164	- 433
2600 - 2500	0.363	- 0.551	- 1518
2500 - 2400	0.107	- 0.288	- 2692
2400 - 3100	3.330	+ 0.240	+ 72

Abbildung 5

LIMMERN-und PLATTALVAGLETSCHER

Massenbilanz 1969/1970

Gletscherfläche (beide Gletscher) F = 3.29 km² (Stand 11.9.1959)
Mittlere spezifische Massenbilanz 5.9.1969 – 6.9.1970 = –158 kg m⁻²
Lage der Gleichgewichtslinie 6.9.1970 = 2820 m.ü.M.
Zungenänderung 7.9.1969 – 2.9.1970 = –0.6 m



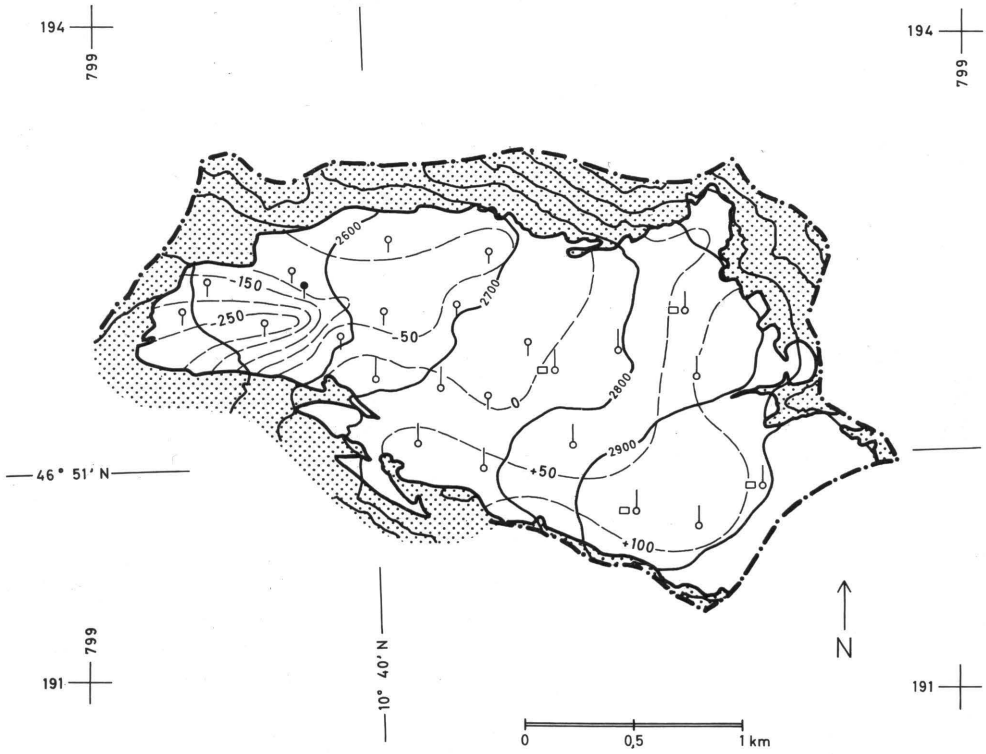
Einzugsgebietsgrenze
unvergletscherter Teil des Einzugsgebietes
Höhenlinie
Linie gleichen spezifischen Massenhaushaltes (10 kg m⁻²)
Firnpegel
Ablationspegel
in festen Koordinaten aufgestellter Pegel
Schneeschacht

Abbildung 6

SILVRETTAGLETSCHER

Massenbilanz 1969/1970

Gletscherfläche F = 3.33 km² (Stand 2.10.1956)
Mittlere spezifische Massenbilanz 25.9.1969 – 26.9.1970 = +72 kg m⁻²
Lage der Gleichgewichtslinie 26.9.1970 = 2730 m.ü.M
Zungenänderung 27.9.1969 – 24.9.1970 = –4.0 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 1969/70

Gletscher Messstelle	m ü.M.	h_{max} (1 (b) (1 in cm (Periode)	in g/cm^2	b_a* (2 (b_a) (2 in cm (Periode)	in g/cm^2	ΔH in m (3 (Periode)
3 Gries (4. (8						
Boje I	3050			+ 35 (+ 14) (9.10.69-14.10.70)		- 0.9 (8.10.69-14.10.70)
Boje II	3020			+ 25 (+ 3) (8.10.69-14.10.70)		- 1.1 (8.10.69-14.10.70)
Boje III	2920			- 35 (- 33) (8.10.69-14.10.70)		- 1.1 (8.10.69-15.10.70)
Boje IV	2600			-219 (-213) (7.10.69-12.10.70)		0.0 (11.10.69-13.10.70)
Boje V	2600			-195 (-192) (11.10.69-12.10.70)		- 0.7 (11.10.69-13.10.70)
Boje VI	2415			-405 (-364) (6.10.69-12.10.70)		- 2.9 (17.10.69-18.10.70)
5 Grosser Aletsch						
Jungfraujoch EGIG (5, (9	3472			+ 50 (17. 9.69- 1.10.70)		
Jungfraufirn P5 (4, (10, (12	3500	620 (8. 9.69-10. 6.70)		+551 (+276) (8. 9.69- 8. 9.70)		- 0.19 (13. 9.69-13. 9.70)
Jungfraufirn P3 (4, (10, (13*	3350	458 (8. 9.69-10. 6.70)		+379 (+203) (8. 9.69-12. 9.70)		- 0.57 (8. 9.69-12. 9.70)
Jungfraufirn P9 (4, (10	2930	328 (19. 9.69- 5. 5.70)		- 34 (19. 9.69-20. 9.70)		-
Ewigschneefeld P11 (4, (10	3450	643 (11. 9.69-10. 6.70)		+548 (+298) (11. 9.69-14. 9.70)		+ 0.21 (11. 9.69-14. 9.70)
Ewigschneefeld P13 (4, (11	3260	353 (12. 9.69-25. 4.70)		+166 (+ 87) (12. 9.69-17. 9.70)		- 0.71 (12. 9.69-17. 9.70)
11 Allalin (4, (13						
Pegel A VII	3238			-145 (- 46) (24. 9.69-23. 9.70)		+ 0.37 (24. 9.69-23. 9 70)
Pegel A	2861			-244 (-208) (25. 9.69-24. 9.70)		- 0.67 (25. 9.69-24. 9.70)
Pegel B	2861			-203 (-171) (25. 9.69-24. 9.70)		- 0.67 (25. 9.69-24. 9.70)
Pegel C	2863			-206 (-180) (25. 9.69-24. 9.70)		- 0.02 (25. 9.69-24. 9.70)
Pegel D	2875			-353 (-314) (25. 9.69-24. 9.70)		- 1.48 (25. 9.69-24. 9.70)
Pegel E	2895			-312 (-274) (25. 9.69-24. 9.70)		- 0.61 (25. 9.69-24. 9.70)

Tabelle 14 Fortsetzung.

Gletscher Messstelle	m ü.M.	h_{max} (1 (b) (1 in cm (Periode)	b_a* (2 (b_a) (2 in cm (Periode)	ΔH in m (3 (Periode)
37 Gietro (4, (14				
Pegel P 1	3320		+210 (12. 8.69-13. 8.70)	+ 0.76 (12. 8.69-13. 8.70)
Pegel P 2	3270		+210 (12. 8.69-13. 8.70)	+ 0.69 (12. 8.69-13. 8.70)
Pegel P 3	3210		+140 (12. 8.69-13. 8.70)	+ 0.58 (12. 8.69-13. 8.70)
78 Limmern (4				
Boje 3 (15	2900		- 34 (- 18) (9. 9.69- 6. 9.70)	- 0.7 (8. 9.69- 7. 9.70)
Boje 2 (16	2800		- 79 (- 49) (9. 9.69- 8. 9.70)	+ 0.6 (8. 9.69- 7. 9.70)
Boje 1 (17	2450		- 87 (- 75) (6. 9.69- 3. 9.70)	+ 1.1 (6. 9.69- 3. 9.70)
Plattalva (4				
Boje 4 (18	2800		+103 (+ 89) (12. 9.69- 9. 9.70)	0.0 (11. 9.69- 9. 9.70)
Clariden (6, (19				
Obere Boje (20	2900	536 (11. 9.69-17. 6.70)	+300 (+164) (11. 9.69-24. 9.70)	- 0.2 (11. 9.69-24. 9.70)
Untere Boje (21	2700	550 (12. 9.69-18. 4.70)	+248 (+139) (12. 9.69-22. 9.70)	0.0 (12. 9.69-22. 9.70)
Hüttenpegel	2440	430 (13. 9.69-18. 4.70)		
90 Silvretta				
Firnpegel SLF (7, (23	2750	320 (148) (22 (25. 9.69-18. 6.70)	+ 41 (+ 21) (25. 9.69-30. 9.70)	
Boje AHG (4, (24	2570		- 95 (- 86) (25. 9.69-26. 9.70)	+ 0.4 (24. 9.69-23. 9.70)
Gletschervorfeld SLF (7	2460	266 (145) (25. 9.69-17. 6.70)		

Erläuterungen zum Tabellenkopf

(1 h_{max} = grösste gemessene Schneehöhe Ende Winter, in Zentimetern.
b = zugehöriger Wasserwert in g/cm^2.
Periode: Zeitintervall, in dem die Schneedecke aufgebaut worden ist.

(2 b_a^* = der am Ende des Bilanzjahres an Pegeln oder durch Sondierungen bestimmte 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 spezifischen Massenbilanzen b sind die für den angegebenen Zeitabschnitt im Messpunkt gültigen Summen b = c + a von Akkumulation c und Ablation a, wobei die Werte von c positiv, und diejenigen von a negativ einzusetzen sind.

(3 ΔH = Aenderung der Meereshöhe der Gletscheroberfläche in Metern, bestimmt durch wiederholte Einmessung der Oberflächenkote in Fixpunkten, deren Lage durch feste Koordinaten oder als Schnittpunkte zweier Visuren definiert ist. Diese Fixpunkte werden vor jeder Messung im Gelände abgesteckt und markiert.

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
Allalingletscher für Mattmark AG
Glacier de Giétro 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 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten", 57. Bericht, Zürich 1971.

(7 Messungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Davos-Weissfluhjoch, aus A. Lemans: "Der Firnzuwachs pro 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten", 57. Bericht, Zürich 1971.

Technische Bemerkungen zu den einzelnen Messungen der Tabelle 5.

(8 Zu 3 Gries.

Im Firngebiet werden in die Fixpunkte Boje I, II und III jeden Herbst Aluminiumrohre von 6.5m Länge (Ø = 35/32 mm), die mit je einem Bambusrohr von 2.5 m Länge verlängert werden, 1.5 - 2 m tief eingesetzt. Im Ablationsgebiet bestehen die Pegel der Fixpunkte in den Bojen IV, V und VI aus gleichen Aluminiumrohren wie im Firngebiet, die in Bohrlöchern von etwa 4 m Tiefe im Eis versetzt sind.

Zur Zeit der Messung lag bei den Bojen I-V Neuschnee, die Boje VI war schneefrei.

Bezeichnet man für das Firngebiet die Neuschneehöhe von 1969 mit h_1, jene von 1970 mit h_2, die Dicke der abgetragenen Altschnee- bzw. Firnschicht bezogen auf die Altschneeoberfläche von 1969 mit h_f und die zugehörigen Raumgewichte mit γ_1, γ_2 und γ_f, so gilt:

$$b_a^* = -h_1 - h_f + h_2 \qquad \text{und} \qquad b_a = -h_1\gamma_1 - h_f\gamma_f + h_2\gamma_2.$$

Es ist für B I: $b_a = -21 \cdot 0.386 - 11 \cdot 0.650 + 67 \cdot 0.442 = +14$ cm Wasser
B II: $b_a = -20 \cdot 0.386 - 30 \cdot 0.650 + 75 \cdot 0.400 = +3$ cm Wasser
BIII: $b_a = -14 \cdot 0.386 - 69 \cdot 0.650 + 48 \cdot 0.358 = -33$ cm Wasser.

Für die Neuschneedecke 1969 bei den Bojen II und III wurden die bei Boje I gemessenen Raumgewichte in Rechnung gestellt, für die Neuschneedecke 1970 bei Boje II der Mittelwert von Boje I und Boje III. Für die Bojen IV und V wurde das Raumgewicht des Neuschnees im Herbst 1970 zwischen den Bojen bestimmt.

Bezeichnet man für das Ablationsgebiet die Dicke der weggeschmolzenen Eisschicht mit h_e und das dazugehörige Raumgewicht mit γ_e, und entsprechend die Dicke der im Herbst 1970 gefallenen Neuschneeschicht mit h_s, deren Raumgewicht mit γ_s, so gilt:

$$b_a^* = -h_e + h_s \qquad \text{und} \qquad b_a = -h_e\gamma_e + h_s\gamma_s.$$

Es ist für B IV: b_a = - 251 · 0.9 + 32 · 0.407 = - 213 cm Wasser

B V: b_a = - 228 · 0.9 + 33 · 0.407 = - 192 cm Wasser

B VI: b_a = - 405 · 0.9 = - 364 cm Wasser.

Zu 5 Grosser Aletsch

(9 Jungfrau EGIG (Zwischenwerte):

Datum	Höhe des Pegels über Schneeoberfläche (m)	Schneehöhe (m)	Datum	Höhe des Pegels über Schneeoberfläche (m)	Schneehöhe (m)
18. 4.57	7.00	0.00	24. 3.70	1.30	9.00
17. 9.69	1.20	9.10	9. 4.70	1.40	8.90
7.10.69	1.00	9.30	28. 4.70	1.00	9.30
24.11.69	1.00	9.30	15. 5.70	1.10	9.20
10.12.69	0.80	9.50	17. 6.70	1.10	9.20
22.12.69	0.90	9.40	28. 6.70	1.00	9.30
10. 1.70	1.10	9.20	14. 8.70	1.00	9.30
19. 1.70	1.20	9.10	26. 8.70	0.70	9.60
5. 2.70	1.10	9.20	10. 9.70	0.70/2.70	9.60
27. 2.70	1.20	9.10	1.10.70	2.70	9.60
10. 3.70	1.20	9.10			

(10 Die Pegel P 5, P3, P9 und P11 sind 8 m lange Holzpegel, die ca. 1.5 m tief am betreffenden Fixpunkt im Firn eingesetzt sind.

(11 Der Pegel P13 ist ein 6.5 m langes Leichtmetallrohr 35 / 32 mm, das am betreffenden Fixpunkt ca. 1.5 - 2 m tief im Firn eingebohrt ist.

(12 Der Wert b_a* beim Pegel P5 wurde unter Berücksichtigung der Schiefstellung des Pegels bestimmt.

(13* Die im 90. Bericht gemachten Angaben betreffend die Höhenänderung 1968/69 im Fixpunkt P3 sind zu korrigieren auf: + 1.30 m (10.9.68-8.9.69).

(13 Zu 11 Allalin.

Alle Pegel werden jeden Herbst auf etwa ± 0.1 m genau im ursprünglichen Standort neu gesetzt, im Punkt A VII ein 1 - 1.5 m tief eingesetzter Bambus, in den 5 Querprofilen A bis E Ablationsstangen, die 4 m tief ins Eis eingebohrt werden. ΔH wird am ursprünglichen Standort gemessen, b_a* bzw. b_a am wandernden Pegel. Zur Zeit der Messungen waren alle Pegel schneefrei. Auch beim Pegel A VII schmolz nicht nur der Winterschnee, sondern auch die ganze Firnrücklage des Vorjahres weg.

Bezeichnet man die Neuschneehöhe im Herbst 1969 mit h_1, die Altschneehöhe im Herbst 1969 mit h_2, die Dicke der abgeschmolzenen oder aufgetragenen Eisschicht mit h_e und die zugehörigen Raumgewichte mit γ_1, γ_2 und γ_e, so gilt:

$$b_a^* = - h_1 - h_2 \pm h_e \qquad b_a = - h_1 \gamma_1 - h_2 \gamma_2 \pm h_e \gamma_e.$$

Es ist für A VII: b_a = - 50 · 0.1 - 111 · 0.5 + 16 · 0.9 = - 46 g/cm²

A : b_a = - 15 · 0.1 - 229 · 0.9 = - 208 g/cm²

B : b_a = - 14 · 0.1 - 189 · 0.9 = - 171 g/cm²

C : b_a = - 7 · 0.1 - 199 · 0.9 = - 180 g/cm²

D : b_a = - 5 · 0.1 - 348 · 0.9 = - 314 g/cm²

E : b_a = - 9 · 0.1 - 303 · 0.9 = - 274 g/cm².

(14 Zu 37 Giétro.

Als Pegel werden am Giétrogletscher Leichtmetallrohre von 35/32 mm Durchmesser und 6.5 m Länge verwendet, die an den betreffenden Fixpunkten ca. 1.5 - 2 m tief in den Firn eingebohrt werden.

Zu 78 Limmern und Plattalva.

(15 Boje 3: Die Aenderung der Schichtdicke wurde am Pegel Boje 3 /69 bestimmt. Seit dem Vorjahr sind je 17 cm Neuschnee (Raumgewicht 0.441 g/cm^3) und Firn (Raumgewicht 0.65 g/cm^3) weggeschmolzen.

b_a = - 17 · 0.441 - 17 · 0.65 = - 18 cm Wasser.

(16 Boje 2: Die Aenderung der Schichtdicke wurde am Pegel Boje 2/69 gemessen. Seit dem Vorjahr sind 10 cm Neuschnee und 69 cm Firn weggeschmolzen. Für die Berechnung des Wasseraequivalents wurden die bei Boje 3 gemessenen Raumgewichte verwendet.

b_a = - 10 · 0.441 - 69 . 0.65 = - 49 cm Wasser.

(17 Boje 1: Die Aenderung der Schichtdicke wurde am Pegel Boje 1/69 gemessen. Bezogen auf die Oberfläche vom 6.9.69 sind an der Messstelle 87 cm Eis (Raumgewicht 0.9 g/cm^3) weggeschmolzen und 10 cm Eis aufgefroren (Aufeis mit geschätztem Raumgewicht von 0.3 g/cm^3).

b_a = - 87 · 0.9 + 10 · 0.3 = - 75 cm Wasser.

(18 Boje 4 Plattalva: Die Aenderung der Schichtdicke wurde bei einem Firnpegel ca. 200 m südlich der Boje 4 durch eine Grabung bestimmt. Auf der am 12.9.69 durch Ockerfarbe gekennzeichneten Gletscheroberfläche hat sich im Berichtsjahr eine Firnschicht von 153 cm Dicke (Raumgewicht 0.579 g/cm^3) aufgebaut.

b_a = + 153 · 0.579 = + 89 cm Wasser.

Zu Clariden.

(19 Nach A.Lemans dürfte das Maximum der Schneehöhe im April oder Mai mit schätzungsweise 575 cm (obere Boje), bezw. 625 cm (untere Boje) erreicht worden sein.

(20 Obere Boje: Am 17.6.70 wurde eine Schneehöhe von 536 cm mit einem Wasseräquivalent von 227 cm gemessen. Dies ist der zweithöchste, je gemessene Wert seit die Messstelle in Betrieb ist. Die horizontale Verschiebung der Pegelstange in nordöstlicher Richtung betrug vom 12.9.69 bis zum 24.9.70 14.7 m.

(21 Untere Boje: Die Schneehöhe am 17.6.70 betrug 540 cm. Im Messjahr war die Boje um 3.9 m gegen Südosten gewandert. Seit September 1964 hat die Firndicke bei der unteren Boje um 6.7 m zugenommen, gegenüber dem Vorjahr hat sie sich nicht verändert.

Zu Silvretta.

(22 einziger gemessener Wert zwischen September 1969 und September 1970.

(23 Firnpegel SLF: Angaben über die Verschiebung des Pegels im Berichtsjahr fehlen.

(24 Boje AHG: Wie im Vorjahr wurden die Werte für b_a* und b_a direkt bei der Boje gemessen.

3.5 Messungen an den Gletschern des Mattmarkgebietes

3.5.1. Erläuterungen zu den Tabellen 15 und 16.

Daten über Flächen- und Volumänderungen der Gletscher von Mattmark sind früher publiziert worden in:

O. Lütschg: Ueber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge, Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes, Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Zürich 1926

O. Lütschg-Lötscher: Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges, Beiträge zur Geologie der Schweiz - Geotechnische Serie - Hydrologie, 4. Lieferung, I. Band, I. Teil, 4. Kapitel, Kommissionsverlag Kümmerli & Frey AG, Zürich 1944

P. Kasser: Fluctuations of Glaciers 1959-1965, IASH(ICSI)/UNESCO, 1967. Tabelle 16, Parts 1 to 15 (Perioden 1932-1946, 1946-1956, 1932-1956)

- Die Gletscher der Schweizer Alpen 1965-1966, 87. Bericht, 1967. Tabelle 3b. (Perioden 1932-1946, 1946-1956, 1932-1956)

- Die Gletscher der Schweizer Alpen 1968-1969, 90. Bericht, 1970. Tabelle 3b, (Periode 1956-1967)

Im vorliegenden 91. Bericht sind die Flächen- und Volumänderungen in der Periode 1956-1967 in Tabelle 16 für jeden einzelnen Gletscher und für Höhenstufen von je 50 m eingetragen. Als Grundlage für die Auswertung diente die beiliegende Karte der "Mattmark-Gletscher 1:10 000". Dabei haben sich für die vergletscherten Flächen im Jahre 1956 Abweichungen gegenüber den früheren Planimetrierungen ergeben. Diese Abweichungen sind teils durch die Streuung der methodisch bedingten Fehler in der Erstellung der Kartengrundlagen und in der Ausmessung mit dem Planimeter, teils durch kleine Unterschiede in der Interpretation der Gletschergrenzen bedingt.

Bei der Ausarbeitung der Tabelle 15, welche für jeden Gletscher die Flächen der Stände 1932, 1946, 1956 und 1967, sowie die Flächen-, Volum- und mittleren Höhenänderungen der Oberfläche zwischen diesen Ständen enthält, wurde wie folgt vorgegangen:

a) Die Flächen- und Volumänderungen wurden aus den bisherigen Auswertungen für die Zeitintervalle 1932-1946, 1946-1956 und 1956-1967 unverändert übernommen.

b) Für die Flächen des Standes 1956 sind die neuen Werte aus der Mattmark-Karte 1956/67 als verbindlich übernommen worden.

c) Die Flächen für die Stände 1932 und 1946 wurden aus den neuen Werten für den Stand 1956 und den für die Zeitintervalle 1946-1956 und 1932-1946 früher bestimmten Flächenänderungen neu berechnet.

d) Für die Zeitintervalle 1932-1946 und 1946-1956 ergeben sich bei den in $^{o}/_{oo}$ pro Jahr ausgedrückten Flächenänderungen und den in cm pro Jahr gemessenen mittleren Höhenänderungen der Oberfläche Unterschiede gegenüber den früher publizierten Werten, weil die unverändert übernommenen Flächen- und Volumänderungen mit den neu gerechneten Flächen der Stände 1932, 1946 und 1956 in Beziehung gesetzt worden sind.

3.5.2. Mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie in der Periode 1956-1967.

Aufgrund der elfjährigen Beobachtungen an insgesamt 22 Pegeln wurden für die Periode 1956 - 1967 folgende Meereshöhen für die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie bestimmt:

Gletscher	Meereshöhe der Gleichgewichtslinie	Anzahl Pegel
Kessjen	3030	2
Hohlaub	3190	3
Allalin	3190	7
Schwarzberg	3030	5
Tälliboden	2810	2
Ofental	2810	3

Tabelle 15. Gletscher des Mattmarkgebietes.
Aenderung der Flächen, Volumina und mittleren Höhen der Oberfläche zwischen den Ständen 1932, 1946, 1956 und 1967.

Gletscher		Flächen F in 10^3 m^2				ΔF in 10^3 m^2		
Nr.	Name	1932	1946	1956	1967	1932/46 14 Jahre	1946/56 10 Jahre	1956/67 11 Jahre
1	Kessjen	784	740	626	578	- 44	- 114	- 44
2	Hohlaub	2925	2799	2519	2510	- 126	- 280	- 9
3	Allalin	10650	10326	9934	9948	- 324	- 392	+ 14
4	Hangend	419	371	291	268	- 48	- 80	- 23
5	Fluchthorn und Schwarzberggrat	420	398	409	376	- 22	+ 11	- 33
6	Schwarzberg	7403	6992	6460	6296	- 411	- 532	- 164
7	Seewinen	2177	2071	1920	1809	- 106	- 151	- 111
8	Monte Moro	321	306	218	191	- 15	- 88	- 27
9	Tälliboden	444	413	304	245	- 31	- 109	- 59
10	Ofental	876	814	608	511	- 62	- 206	- 97
	Total	26419	25230	23289	22732	-1189	-1941	- 557

	ΔF (1 in °/oo /Jahr			ΔV in 10^3 m^3			ΔH (2 (1 in cm/Jahr		
Nr.	1932/46 14 Jahre	1946/56 10 Jahre	1956/67 11 Jahre	1932/46 14 Jahre	1946/56 10 Jahre	1956/67 11 Jahre	1932/46 14 Jahre	1946/56 10 Jahre	1956/67 11 Jahre
1	- 4.1	- 16.7	- 6.6	- 6397	- 4293	- 1199	- 60	- 63	- 18
2	- 3.1	- 10.5	- 0.3	- 8203	- 14909	+ 307	- 20	- 56	+ 1
3	- 2.2	- 3.9	+ 0.1	- 22398	- 30241	+ 18005	- 15	- 30	+ 16
4	- 8.7	- 24.2	- 7.5	- 2210	- 2304	+ 476	- 40	- 70	+ 15
5	- 3.8	+ 2.7	- 7.6	- 706	- 755	+ 334	- 12	- 19	+ 8
6	- 4.1	- 7.9	- 2.3	- 10891	- 32964	- 1879	- 11	- 49	- 3
7	- 3.6	- 7.6	- 5.4	- 6431	- 13990	- 3075	- 22	- 70	- 15
8	- 3.4	- 33.6	- 12.0	- 1867	- 2851	- 1004	- 42	- 109	- 45
9	- 5.2	- 30.4	- 19.6	- 3408	- 3127	- 2284	- 57	- 87	- 76
10	- 5.2	- 29.0	- 15.8	- 6712	- 7740	- 3266	- 57	- 109	- 53
Total	- 3.3	- 8.0	- 2.2	- 69223	-113174	+ 6415	- 19	- 47	+ 3

(1 Bezogen auf das arithmetische Mittel $F_m = (F_a + F_e)/2$ der vergletscherten Fläche F_a am Anfang und F_e am Ende des betrachteten Zeitabschnittes

(2 $\Delta H = \Delta V/F_m$

Tabelle 16. Gletscher des Mattmarkgebietes 1956 bis 1967 (vergleiche Karte Mattmarkgletscher)

a) Gletscherflächen im Jahre 1956, für Höhenstufen von je 50 m, in 10^3 m^2.

Höhenstufe m ü.M.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hängend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Tälliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			12								12
4150 - 4100			59								59
4100 - 4050			89								89
4050 - 4000		4	94								98
4000 - 3950		7	112		2						121
3950 - 3900		11	180		9						200
3900 - 3850		17	245		7						269
3850 - 3800		45	185		6						236
3800 - 3750		38	199		14						251
3750 - 3700		26	255		40						321
3700 - 3650		32	354		47						433
3650 - 3600		36	365		54	11					466
3600 - 3550		44	408		73	21					546
3550 - 3500		103	428		35	82					648
3500 - 3450		107	549		16	139					811
3450 - 3400		121	548		22	188					879
3400 - 3350		144	456		26	306					932
3350 - 3300		147	715	26	1	361					1250
3300 - 3250	2	140	806	81	28	465	2				1524
3250 - 3200	6	188	706	68	12	549	15				1544
3200 - 3150	15	245	356	27	7	495	65				1210
3150 - 3100	26	197	405	25	9	475	141				1278
3100 - 3050	46	292	465	18	1	472	334			2	1630
3050 - 3000	126	168	307	15		507	325			15	1463
3000 - 2950	168	147	334	26		733	229			44	1681
2950 - 2900	159	150	275	5		430	264	13	7	69	1372
2900 - 2850	76	37	380			487	153	87	33	94	1347
2850 - 2800	2	20	237			191	131	85	48	102	816
2800 - 2750		22	106			258	75	32	69	102	664
2750 - 2700		14	77			177	44	1	105	73	491
2700 - 2650		17	53			36	40		36	81	263
2650 - 2600			43			0	66		6	26	141
2600 - 2550			28			0	36				64
2550 - 2500			28			3	0				31
2500 - 2450			24			52					76
2450 - 2400			24			20					44
2400 - 2350			18			2					20
2350 - 2300			9								9
2300 - 2250											
Total	626	2519	9934	291	409	6460	1920	218	304	608	23289

Tabelle 16. Gletscher des Mattmarkgebietes 1956 bis 1967 (vergleiche Karte Mattmarkgletscher)

b) Gletscherflächen im Jahre 1967, für Höhenstufen von je 50 m, in 10^3 m^2.

Höhenstufe m ü.M.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Tälliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			12								12
4150 - 4100			61								61
4100 - 4050			92								92
4050 - 4000		4	94								98
4000 - 3950		7	113		2						122
3950 - 3900		12	186		9						207
3900 - 3850		18	238		8						264
3850 - 3800		44	190		8						242
3800 - 3750		40	205		19						264
3750 - 3700		32	268		34						334
3700 - 3650		32	352		46						430
3650 - 3600		35	364		51	8					458
3600 - 3550		54	407		69	15					545
3550 - 3500		104	437		31	78					650
3500 - 3450		108	537		17	133					795
3450 - 3400		135	553		23	192					903
3400 - 3350		150	467	1	14	309					941
3350 - 3300	0	162	748	26	0	357					1293
3300 - 3250	3	140	812	82	21	450	1				1509
3250 - 3200	8	201	689	63	7	547	15				1530
3200 - 3150	20	238	357	25	7	485	60				1192
3150 - 3100	28	198	419	10	9	487	152				1303
3100 - 3050	46	295	480	9	1	480	296			0	1607
3050 - 3000	123	163	302	16		621	359			6	1590
3000 - 2950	157	134	337	30		652	238			35	1583
2950 - 2900	129	133	285	6		409	249	14	4	61	1290
2900 - 2850	64	34	385			451	152	68	20	92	1266
2850 - 2800		17	225			163	124	76	36	83	724
2800 - 2750		20	107			212	69	33	50	77	568
2750 - 2700		0	74			162	28	0	83	60	407
2700 - 2650		0	55			48	16		45	70	234
2650 - 2600			39			0	27		7	27	100
2600 - 2550			26			0	23				49
2550 - 2500			24			0	0				24
2500 - 2450			8			29					37
2450 - 2400			0			8					8
2400 - 2350			0			0					0
2350 - 2300			0								0
2300 - 2250											
Total	578	2510	9948	268	376	6296	1809	191	245	511	22732

Tabelle 16. Gletscher des Mattmarkgebietes 1956 bis 1967 (vergleiche Karte Mattmarkgletscher)

c) Aenderung der Gletscherflächen von 1956 bis 1967, für Höhenstufen von je 50 m, in $.10^3$ m^2.

Höhenstufe m ü.M.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Täliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			0								0
4150 - 4100			+ 2								+ 2
4100 - 4050			+ 3								+ 3
4050 - 4000		0	0								0
4000 - 3950		0	+ 1		0						+ 1
3950 - 3900		+ 1	+ 6		0						+ 7
3900 - 3850		+ 1	- 7		+ 1						- 5
3850 - 3800		- 1	+ 5		+ 2						+ 6
3800 - 3750		+ 2	+ 6		+ 5						+ 13
3750 - 3700		+ 6	+13		- 6						+ 13
3700 - 3650		0	- 2		- 1						- 3
3650 - 3600		- 1	- 1		- 3	- 3					- 8
3600 - 3550		+10	- 1		- 4	- 6					- 1
3550 - 3500		+ 1	+ 9		- 4	- 4					+ 2
3500 - 3450		+ 1	-12		+ 1	- 6					- 16
3450 - 3400		+14	+ 5		+ 1	+ 4					+ 24
3400 - 3350		+ 6	+11	+ 1	-12	+ 3					+ 9
3350 - 3300		+15	+33	0	- 1	- 4					+ 43
3300 - 3250	+ 1	0	+ 6	+ 1	- 7	- 15	- 1				- 15
3250 - 3200	+ 2	+13	-17	- 5	- 5	- 2	0				- 14
3200 - 3150	+ 5	- 7	+ 1	- 2	0	- 10	- 5				- 18
3150 - 3100	+ 2	+ 1	+14	-15	0	+ 12	+ 11				+ 25
3100 - 3050	0	+ 3	+15	- 9	0	+ 8	- 38			- 2	- 23
3050 - 3000	- 3	- 5	- 5	+ 1		+114	+ 34			- 9	+127
3000 - 2950	-11	-13	+ 3	+ 4		- 81	+ 9			- 9	- 98
2950 - 2900	-30	-17	+10	+ 1		- 21	- 15	+ 1	- 3	- 8	- 82
2900 - 2850	-12	- 3	+ 5			- 36	- 1	-19	-13	- 2	- 81
2850 - 2800	- 2	- 3	-12			- 28	- 7	- 9	-12	-19	- 92
2800 - 2750		- 2	+ 1			- 46	- 6	+ 1	-19	-25	- 96
2750 - 2700		-14	- 3			- 15	- 16	- 1	-22	-13	- 84
2700 - 2650		-17	+ 2			+ 12	- 24		+ 9	-11	- 29
2650 - 2600			- 4			0	- 39		+ 1	+ 1	- 41
2600 - 2550			- 2			0	- 13				- 15
2550 - 2500			- 4			- 3	0				- 7
2500 - 2450			-16			- 23					- 39
2450 - 2400			-24			- 12					- 36
2400 - 2350			-18			- 2					- 20
2350 - 2300			- 9								- 9
2300 - 2250											
Total	-48	- 9	+14	-23	-33	-164	-111	-27	-59	-97	-557

Tabelle 16. Gletscher des Mattmarkgebietes 1956 bis 1967 (vergleiche Karte Mattmarkgletscher)

d) Volumänderung der Gletscher von 1956 bis 1967, für Höhenstufen von je 50 m, in 10^3 m^3.

Höhenstufe m ü.M.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Sewinen	8 Monte Moro	9 Täliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			+ 23								+ 23
4150 - 4100			+ 105								+ 105
4100 - 4050			+ 196								+ 196
4050 - 4000		- 3	+ 245								+ 242
4000 - 3950		- 15	+ 264		- 4						+ 245
3950 - 3900		- 38	+ 359		- 15						+ 336
3900 - 3850		- 42	+ 260		- 8						+ 210
3850 - 3800		- 70	+ 144		+ 15						+ 59
3800 - 3750		-122	+ 334		+ 20						+ 232
3750 - 3700		- 2	+ 572		+ 50						+ 620
3700 - 3650		+ 2.	+ 838		+ 68						+ 908
3650 - 3600		-210	+ 768		+ 55	+ 5					+ 618
3600 - 3550		-330	+ 510		+ 65	- 2					+ 243
3550 - 3500		-425	+ 648		+ 30	- 108					+ 145
3500 - 3450		-548	+ 370		+ 0	- 382					- 560
3450 - 3400		-415	- 8		+ 2	- 372					- 793
3400 - 3350		-155	+ 105	0	+ 2	- 8					- 56
3350 - 3300	0	+282	+ 905	+ 40	+ 0	+ 115					+1342
3300 - 3250	0	+605	+1582	+158	+ 18	- 70	0				+2293
3250 - 3200	+ 25	+778	+1198	+148	+ 38	- 125	- 5				+2057
3200 - 3150	+ 95	+760	+ 732	+ 30	+ 15	- 382	- 98				+1152
3150 - 3100	+172	+390	+ 725	- 40	- 15	- 432	+ 102				+ 902
3100 - 3050	+108	+335	+1108	- 2	- 2	+ 18	- 520			0	+1045
3050 - 3000	- 10	+295	+1058	+ 62		+2945	- 558			+ 15	+3807
3000 - 2950	-112	+ 15	+ 670	+ 75		+3425	+ 458			+ 10	+4541
2950 - 2900	-760	-115	+ 652	+ 5		+ 488	+ 342	- 28	- 58	-140	+ 386
2900 - 2850	-708	- 32	+1018			- 418	+ 80	-215	-158	-232	- 665
2850 - 2800	- 9	- 88	+1028			- 882	- 25	-468	-218	-372	-1034
2800 - 2750		-205	+ 780			-1930	- 185	-292	-418	-732	-2982
2750 - 2700		-225	+ 642			-2352	- 305	- 1	-792	-850	-3883
2700 - 2650		-115	+ 455			- 965	- 548		-610	-790	-2573
2650 - 2600			+ 340			0	-1088		- 30	-175	- 953
2600 - 2550			+ 152			0	- 725				- 573
2550 - 2500			- 132			- 12	- 0				- 144
2500 - 2450			- 295			- 165					- 460
2450 - 2400			- 220			- 238					- 458
2400 - 2350			- 108			- 32					- 140
2350 - 2300			- 18								- 18
2300 - 2250											
Total	-1199	+307	+18005	+476	+334	-1879	-3075	-1004	-2284	-3266	+6415

Tabelle 16. Gletscher des Mattmarkgebietes 1956 bis 1967 (vergleiche Karte Mattmarkgletscher)

e) Mittlere Höhenänderungen der Gletscheroberfläche von 1956 bis 1967, für Höhenstufen von je 50 m, in m.

Höhenstufe m ü.M.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Tälliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			+ 1.9								+ 1.9
4150 - 4100			+ 1.8								+ 1.8
4100 - 4050			+ 2.2								+ 2.2
4050 - 4000		- 0.8	+ 2.6								+ 2.5
4000 - 3950		- 2.1	+ 2.3		-2.0						+ 2.0
3950 - 3900		- 3.3	+ 2.0		-1.7						+ 1.7
3900 - 3850		- 2.4	+ 1.1		-1.1						+ 0.8
3850 - 3800		- 1.6	+ 0.8		+2.1						+ 0.2
3800 - 3750		- 3.1	+ 1.7		+1.2						+ 0.9
3750 - 3700		- 0.1	+ 2.2		+1.4						+ 1.9
3700 - 3650		+ 0.1	+ 2.4		+1.5						+ 2.1
3650 - 3600		- 5.9	+ 2.1		+1.0	+ 0.5					+ 1.3
3600 - 3550		- 6.7	+ 1.2		+0.9	- 0.1					+ 0.4
3550 - 3500		- 4.1	+ 1.5		+0.9	- 1.4					+ 0.2
3500 - 3450		- 5.1	+ 0.7		+ 0	- 2.8					- 0.7
3450 - 3400		- 3.2	- 0		+0.1	- 2.0					- 0.9
3400 - 3350		- 1.1	+ 0.2	0	+0.1	- 0.0					- 0.6
3350 - 3300	0	+ 1.8	+ 1.2	+1.5	+ 0	+ 0.3					+ 1.1
3300 - 3250	0	+ 4.3	+ 2.0	+1.9	+0.7	- 0.2	0				+ 1.5
3250 - 3200	+3.6	+ 2.5	+ 1.7	+2.3	+4.0	- 0.2	- 0.3				+ 1.3
3200 - 3150	+1.8	+ 3.2	+ 2.1	+1.2	+2.1	- 0.8	- 1.6				+ 1.0
3150 - 3100	+6.4	+ 2.0	+ 1.8	-2.3	-1.7	- 0.9	+ 0.7				+ 0.7
3100 - 3050	+2.3	+ 1.1	+ 2.3	-0.1	-2.0	+ 0.0	- 1.6			0	+ 0.6
3050 - 3000	-0.1	+ 1.8	+ 3.5	+4.0		+ 5.2	- 1.6			+ 1.4	+ 2.5
3000 - 2950	-0.7	+ 0.1	+ 2.0	+2.7		+ 5.0	+ 2.0			+ 0.3	+ 2.8
2950 - 2900	-1.9	- 0.8	+ 2.3	+0.9		+ 1.2	+ 1.3	-2.1	-10.5	+ 2.2	+ 0.3
2900 - 2850	-1.0	- 0.9	+ 2.7			- 0.9	+ 0.5	-2.8	- 6.0	- 2.5	- 0.5
2850 - 2800	-9.0	- 4.8	+ 4.4			- 5.0	- 0.2	-5.8	- 5.2	- 4.0	- 1.3
2800 - 2750		- 9.8	+ 7.3			- 8.2	- 2.6	-9.0	- 7.0	- 8.2	- 4.8
2750 - 2700		-32.2	+ 8.5			-13.9	- 8.5	-2.0	- 8.4	-12.8	- 8.6
2700 - 2650		-13.5	+ 8.4			-23.0	- 2.0		-15.0	-10.5	-10.3
2650 - 2600			+ 8.3			0	-23.4		- 4.6	- 6.6	- 7.9
2600 - 2550			+ 5.6			0	-24.6				-10.1
2550 - 2500			- 5.1			- 8.0	0				- 5.2
2500 - 2450			-18.4			- 4.1					- 8.2
2450 - 2400			-18.3			-17.0					-17.6
2400 - 2350			-12.0			-32.0					-14.0
2350 - 2300			- 4.0								- 4.0
2300 - 2250											
Total	-2.0	+ 0.1	+ 1.8	+1.7	+0.8	- 0.3	- 1.6	- 4.9	- 8.3	- 5.8	+ 0.3

Tabelle 16. Gletscher des Mattmarkgebietes 1956 bis 1967 (vergleiche Karte Mattmarkgletscher)

f) Mittlere Höhenänderungen der Gletscheroberfläche von 1956 bis 1967, für Höhenstufen von je 50 m, in cm/Jahr.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Höhenstufe m ü.M.	Kessjen	Hohlaub	Allalin	Hangend	Fluchthorn Schwarzberg-grat	Schwarzberg	Seewinen	Monte Moro	Täliboden	Ofental	Total
4200 - 4150			+ 17								+ 17
4150 - 4100			+ 16								+ 16
4100 - 4050			+ 20								+ 20
4050 - 4000		- 7	+ 24								+ 23
4000 - 3950		- 19	+ 21		-18						+ 18
3950 - 3900		- 30	+ 18		-15						+ 15
3900 - 3850		- 22	+ 10		-10						+ 7
3850 - 3800		- 15	+ 7		+19						+ 2
3800 - 3750		- 28	+ 15		+11						+ 8
3750 - 3700		- 1	+ 20		+13						+ 17
3700 - 3650		+ 1	+ 22		+14						+ 19
3650 - 3600		- 54	+ 19		+ 9	+ 5					+ 12
3600 - 3550		- 61	+ 11		+ 8	- 1					+ 4
3550 - 3500		- 37	+ 14		+ 8	- 13					+ 2
3500 - 3450		- 46	+ 6		+ 0	- 25					- 6
3450 - 3400		- 29	- 0		+ 1	- 18					- 8
3400 - 3350		- 10	+ 2	0	+ 1	- 0					- 5
3350 - 3300	0	+ 16	+ 11	+14	+ 0	+ 3					+ 10
3300 - 3250	0	+ 39	+ 18	+17	+ 6	- 2	0				+ 14
3250 - 3200	+33	+ 23	+ 15	+21	+36	- 2	- 3				+ 12
3200 - 3150	+16	+ 29	+ 19	+11	+19	- 7	- 15				+ 9
3150 - 3100	+58	+ 18	+ 16	-21	-15	- 8	+ 6				+ 6
3100 - 3050	+21	+ 10	+ 21	- 1	-18	+ 0	- 15			0	+ 5
3050 - 3000	- 1	+ 16	+ 32	+36		+ 47	- 15			+ 13	+ 23
3000 - 2950	- 6	+ 1	+ 18	+25		+ 45	+ 18			+ 3	+ 25
2950 - 2900	-17	- 7	+ 21	+ 8		+ 11	+ 12	-19	- 95	+ 20	+ 3
2900 - 2850	- 9	- 8	+ 25			- 8	+ 5	-25	- 55	- 23	- 5
2850 - 2800	-82	- 44	+ 40			- 45	- 2	-53	- 47	- 36	- 12
2800 - 2750		- 89	+ 66			- 74	- 24	-82	- 64	- 75	- 44
2750 - 2700		-293	+ 77			-126	- 77	-18	- 76	-116	- 78
2700 - 2650		-123	+ 76			-209	- 18		-136	- 95	- 94
2650 - 2600			+ 75			0	-213		- 42	- 60	- 72
2600 - 2550			+ 51			0	-224				- 92
2550 - 2500			- 46			- 73	- 0				- 47
2500 - 2450			-167			- 37					- 74
2450 - 2400			-166			-155					-160
2400 - 2350			-109			-291					-127
2350 - 2300			- 36								- 36
2300 - 2250											
Total	-18	+ 1	+ 16	+15	+ 7	- 3	- 15	-45	- 75	- 53	+ 3

3.6 Messungen an den Aaregletschern

Bemerkungen zu Tabelle 17.

Tabelle 17 enthält die Hauptresultate für den Oberaar- und den Unteraargletscher im Messjahr 1969/70. Ein Grundriss mit den Messprofilen und ein Koordinatenverzeichnis der Messstationen sind im 90. Bericht publiziert. Alle Messungen sind von A. Flotron, Vermessungsbüro in Meiringen, im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) ausgeführt worden.

Bemerkungen zu Abbildung 7 und Tabelle 18.

Die kurzzeitigen Geschwindigkeiten am Unteraargletscher, im Profil 4 Pavillon Dollfuss, sind ebenfalls durch A. Flotron im Rahmen des Programmes für die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) gemessen worden. Dem Bericht von A. Flotron entnehmen wir die nachstehenden Angaben:

Eine rund 5m lange Eisenstange, an der eine Holzplatte von 40 x 40 cm mit Doppeldreiecken als Zielmarke befestigt war, wurde auf der Mittelmoräne, ca. 310 m vom linken Gletscherrand entfernt im Gletscher montiert und mit einer automatischen Kamera Hasselblad 500 EL, Magazin 70 mit Objektiv Zeiss Sonnar 1 : 5.6, 250 mm in Zeitintervallen von je 4 Tagen eingemessen. Als Film diente der Spezialfilm Kodak Aerographic auf Polyesterbasis, ca. 120 Aufnahmen im Magazin 70.

Die Standorte der Messanlage sind durch folgende Koordinaten definiert:

	y_m	x_m	H m ü.M.
Standort Kamera (Hauptpunkt des Objektivs)	659 999.84	157 820.72	2288.20
Standort Zielmarke	ca 659 940	ca 157 480	
am 26.9.1969			2244.81
am 23.7.1970			2243.80
am 25.9.1970			2243.23

Der Photomassstab für die Verschiebungen beträgt ca 1 : 1370. Die Neigung der Gletscherfläche beträgt nach dem Uebersichtsplan 1 : 10 000 (Jahr 1964) ca 9 %. Folgende Aufnahmen waren infolge Nebel oder Schneefall nicht auswertbar:

Aufnahme Nr.	Datum	Aufnamhe Nr.	Datum
2	30. 9.69	37 - 38	17. 2.70 - 21. 2.70
11 - 14	5.11.69 - 17.11.69	41	5. 3.70
16 - 17	24.11.69 - 29.11.69	46 - 48	25. 3.70 - 2. 4.70
21 - 22	15.12.69 - 19.12.69	51	14. 4.70
25	31.12.69	54 - 55	26. 4.70 - 30. 4.70
29	16. 1.70	57	8. 5.70
34 - 35	5. 2.70 - 9. 2.70	59	16. 5.50

Die Auswertung der Photographien geschah im Negativfilm. Mit einem Präzisions-Koordinatographen wurde die jeweilige Lage der Stange bezüglich der Fixpunkte am gegenüberliegenden Talhang eingemessen. Die Bildkoordinaten wurden anschliessend mit Hilfe der geodätisch bekannten Stangenpunkte in effektive Werte transformiert. Der mittlere Fehler einer Standortbestimmung der Eisenstange wurde für die Horizontalkomponente zu $\pm$ 1.7 cm errechnet. Für die Vertikalkomponente beträgt der mittlere Fehler $\pm$1.7 cm für den Stangenkopf und ca $\pm$ 5 cm für den Fusspunkt, welcher wegen der von Aufnahme zu Aufnahme verschiedenen Bedeckung des Gletschers mit Moräne oder Schnee nicht immer genau feststellbar war.

Tabelle 17: Aaregletscher im Jahre 1969/70. - Zusammenfassung der Hauptresultate.

Die Messungen wurden im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) durch A. Flotron, Vermessungsbureau in Meiringen ausgeführt.

Profile [1]	Messdatum 1969	Messdatum 1970	Mittlere Höhe der Oberfläche H in m ü.M. 1969	Mittlere Höhe der Oberfläche H in m ü.M. 1970	H 1970-H 1969 m	Verschiebung 1969/70 Anzahl Tage	Verschiebung 1969/70 Mittel m	Verschiebung 1969/70 Max. m	Geschwindigkeit v in m/365 Tage 1968/69	Geschwindigkeit v in m/365 Tage 1969/70	Messbereich begrenzt durch die Profile	Flächenänderung 1970-69 m^2	Volumenänderung 1970-69 1000 m^3
Oberaar													
17			2680.6	2679.5	- 1.1								
16 Oberstes Querprofil			2569.0	2568.1	- 0.9		15.80	24.2		16.02	17 und 16		- 593
15 Oberes Querprofil			2491.7	2490.8	- 0.9		13.21	19.3		13.39	16 und 15		- 540
14 Mittleres Querprofil			2379.9	2377.3	- 2.6		11.24	16.2		11.40	15 und 14		- 784
Gletscherfront 1970 (FO 70)											14 und FO70		- 268
Gletscherfront 1969 (FO 69)											FO 70 und FO69	- 7100	- 149
Unteraar													
Finsteraar:													
13 Finsteraar			2660.3	2660.9	+ 0.6						13 und 12		
12 Strahlegg			2631.9	2630.9	- 1.0						12 und 11		- 608
11 Grunerhorn			2567.4	2566.7	- 0.7		45.29	58.2		45.91	11 und 10		- 294
10			2456.6	2456.9	+ 0.3						10 und 6		- 711
6 Mieselenegg													
Lauteraar:													
9			2647.4	2650.2	+ 2.8						9 und 8		+2270
8 Wildläger			2519.6	2520.4	+ 0.8		2)	2)		2)	8 und 7		+ 731
7			2434.6	2434.8	+ 0.2						7 und 6		- 626
6 Mieselenegg													
Unteraar:													
6 Mieselenegg			2369.4	2367.9	- 1.5		30.67	40.8	32.60	31.10			
5			2296.9	2296.1	- 0.8						6 und 5		-1604
4 Pavillon Dollfuss			2226.5	2225.2	- 1.3		18.12	27.6	18.96 [3]	18.37	5 und 4		-1437
3			2144.6	2143.0	- 1.6						4 und 3		-1362
2 Obere Brandlamm			2057.7	2055.7	- 2.0		3.68	6.2	4.28	3.73	3 und 2		-1738
1			1997.4	1994.9	- 2.5						2 und 1		-1025
Gletscherfront 1970 (FU 70)											1 und FU70		- 657
Gletscherfront 1969 (FU 69)											FU 70 und FU69	- 4010	- 325
											Oberaar unterhalb 16		-2334
											Unteraar, unterhalb 11 und 8		-7386

Flugaufnahme vom 23.9.1969 / Flugaufnahme vom 18.9.1970

1) Für die Lage der Messprofile vergleiche die Skizze im 90. Bericht.
2) Wegen Neuschnees in Flugaufnahme 1969 nicht bestimmt.
3) Der Wert von 19.98 im 90. Bericht war falsch.

Abbildung 7 : Aaregletscher im Jahre 1969/1970

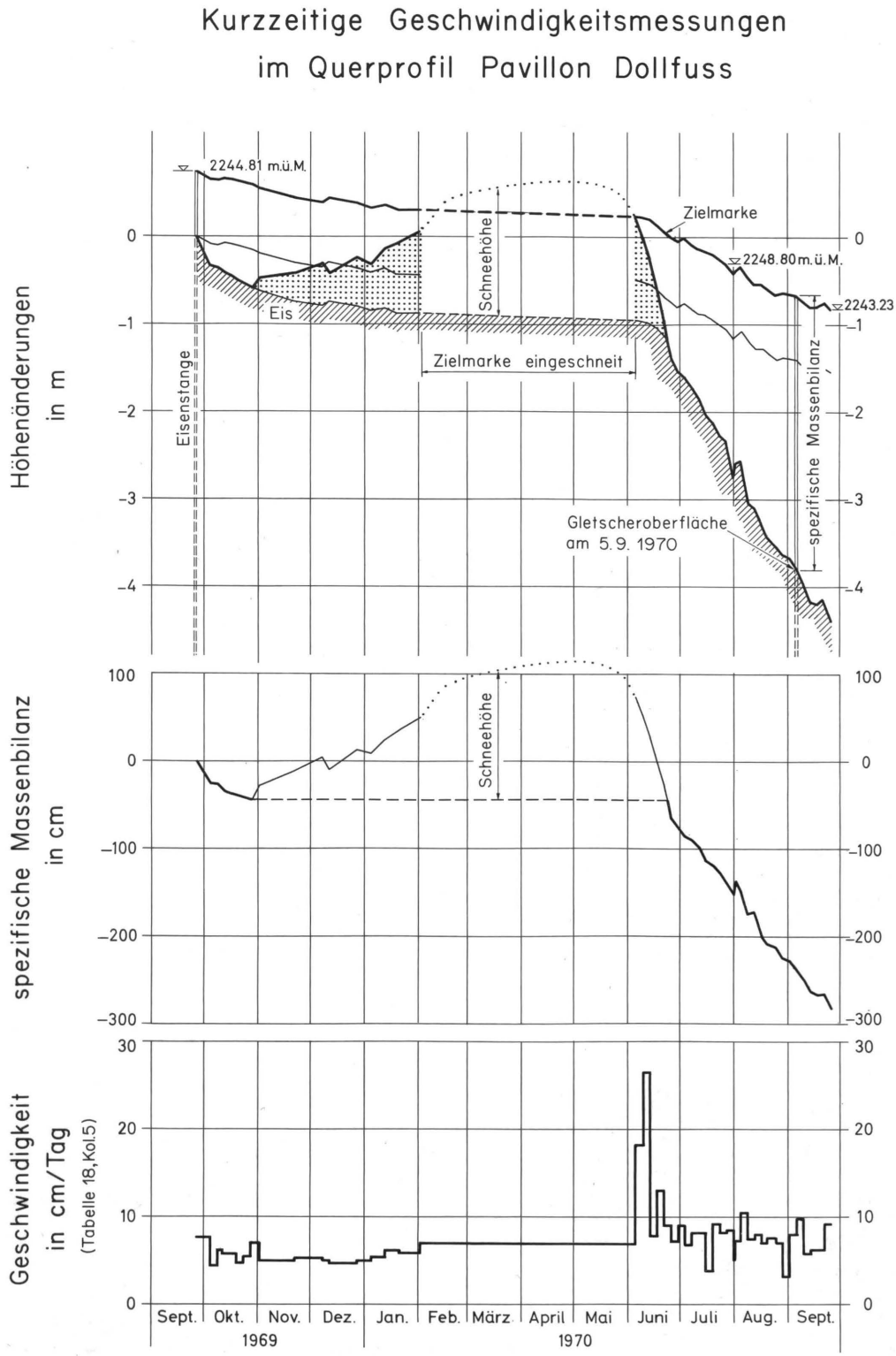


Tabelle 18. Aaregletscher im Jahre 1969/70.

Kurzzeitige Geschwindigkeitsmessungen im Profil 4, Pavillon Dollfuss (gemessen wurde die Verschiebung einer mit dem Gletscher wandernden Eisenstange, Messungen A. Flotron, Vermessungsbüro Meiringen, für die Kraftwerke Oberhasli AG, KWO).

1 Aufnahme Nr.; Die Aufnahmen Nr. 34 - 63 sind nicht ausgewertet, weil die Eisenstange mit der Zielmarke eingeschneit war. Die übrigen in der Tabelle fehlenden Aufnahme-Nr. sind wegen schlechtem Wetter (Nebel, Schneefall) nicht auswertbar.

2 Die Aufnahmen erfolgten jeweilen ca um 11 Uhr

3 Messintervalle in Anzahl Tagen

4 Horizontalkomponente der Verschiebung in cm, in der Bewegungsebene; Winkel der Aufnahmeachse des Objektivs bezüglich der Normalen zur Bewegungsebene: Neigung $\omega = -1^g94$, Verschwenkung $\rho = +3^g61$.

5 Horizontalkomponente der Geschwindigkeit in cm/Tag.

6 Vertikalkomponente der Verschiebung, bzw. Kotenänderung der Zielmarke (Oberkant Eisenstange in cm).

7 Abstich von Oberkant Eisenstange (Zielmarke) auf die Gletscheroberfläche, in cm.

8 Spezifische Bilanz in cm Eis, bezogen auf das Zeitintervall seit dem 26.9.1969.

9 Schneehöhe in cm; vom 3.2. - 4.6.1970 war die Schneehöhe >118 cm.

10 Anzahl Tage vom 26.9.1969 an.

11 Horizontalkomponente der Verschiebung seit dem 26.9.1969, in cm.

12 Kotenänderung von Oberkant Eisenstange (Zielmarke) seit dem 26.9.1969, in cm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Datum	Tage	cm	cm/Tag	cm	cm	cm	cm	Tage	cm	cm
1	26. 9.69					74	0		0	0	0
		8	61	7.7	- 9						
3	4.10.69					99	- 25		8	61	- 9
		4	18	4.5	- 1						
4	8.10.69					100	- 26		12	79	- 10
		4	27	6.2	+ 2						
5	12.10.69					108	- 34		16	106	- 8
		4	23	5.8	- 1						
6	16.10.69					111	- 37		20	129	- 9
		4	23	5.8	- 2						
7	20.10.69					114	- 40		24	152	- 11
		4	19	4.8	- 2						
8	24.10.69					98			28	171	- 13
		4	22	5.5	- 2						
9	28.10.69					118	- 44	0	32	193	- 15
		4	28	7.0	- 4						
10	1.11.69					102		16	36	221	- 19
		20	100	5.0	- 11						
15	21.11.69					86		32	56	321	- 30
		16	85	5.3	- 5						
19	7.12.69					70		48	72	406	- 35
		4	20	5.0	+ 5						
20	11.12.69					84		34	76	426	- 30
		16	75	4.7	- 6						
24	27.12.69					61		57	92	501	- 36
		8	40	5.0	- 5						
26	4. 1.70					65		53	100	541	- 41
		8	43	5.4	+ 3						
28	12. 1.70					49		69	108	584	- 38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		8	50	6.2	- 6						
30	20. 1.70					38		80	116	634	- 44
		12	71	5.9	0						
33	1. 2.70					24		94	128	705	- 44
		124	851	6.9	- 7						
64	5. 6.70					1		117	252	1556	- 51
		4	73	18.2	- 1						
65	9. 6.70					22		96	256	1629	- 52
		4	106	26.5	- 2						
66	13. 6.70					46		72	260	1735	- 54
		4	31	7,8	- 6						
67	17. 6.70					74		44	264	1766	- 60
		4	52	13.0	- 8						
68	21. 6.70					102		16	268	1818	- 68
		4	36	9.0	- 6						
69	25. 6.70					138	- 64		272	1854	- 74
		4	29	7.2	- 5						
70	29. 6.70					149	- 75		276	1883	- 79
		4	36	9.0	+ 3						
71	3. 7.70					159	- 85		280	1919	- 76
		4	27	6.8	- 7						
72	7. 7.70					163	- 89		284	1946	- 83
		4	33	8.2	- 5						
73	11. 7.70					171	- 97		288	1979	- 88
		4	33	8.2	- 3						
74	15. 7.70					187	- 113		292	2012	- 91
		4	15	3.8	- 3						
75	19. 7.70					192	- 118		296	2037	- 94
		4	37	9.2	- 6						
76	23. 7.70					201	- 127		300	2074	- 100
		4	33	8.2	- 6						
77	27. 7.70					213	- 139		304	2107	- 106
		4	34	8,5	- 10						
78	31. 7.70					233	- 159		308	2141	- 116
		1	5	5.0	+ 3						
79	1. 8.70					210	- 136		309	2146	- 113
		3	22	7.3	+ 5						
80	4. 8.70					222	- 148		312	2168	- 108
		4	42	10.5	- 12						
81	8. 8.70					258	- 184		316	2210	- 120
		4	30	7.5	- 8						
82	12. 8.70					256	- 182		320	2240	- 128
		4	32	8.0	0						
83	16. 8.70					274	- 200		324	2272	- 128
		3	21	7.0	- 5						
84	19. 8.70					283	- 209		327	2293	- 133
		5	38	7.6	- 7						
85	24. 8.70					287	- 213		332	2331	- 140
		4	28	7.0	+ 2						
86	28. 8.70					299	- 225		336	2359	- 138
		4	13	3.2	- 1						
87	1. 9.70					302	- 228		340	2372	- 139
		4	32	8.0	- 2						
88	5. 9.70					312	- 238		344	2404	- 141
		4	39	9.8	- 7						
89	9. 9.70					323	- 249		348	2443	- 148
		4	23	5.8	- 6						
90	13. 9.70					337	- 263		352	2466	- 154
		4	25	6.2	+ 1						
91	17. 9.70					341	- 267		356	2491	- 153
		4	25	6.2	+ 4						
92	21. 9.70					340	- 266		360	2516	- 149
		4	37	9.2	- 8						
93	25. 9.70					357	- 283		364	2553	- 157

4. VERZEICHNIS DER 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).

Aufdermaur, A.N. - siehe Levi, L.

Barsch, D. - Periglaziale Seen in den Karstwannen des Schweizer Juras. - Regio Basilensis, Heft IX/1, 1968, S.115-134.

- Die pleistozänen Terrassen der Birs zwischen Basel und Delsberg.- Regio Basilensis, Heft IX/2, 1968, S. 363-383.

- Studien und Messungen an Blockgletschern in Macun, Unterengadin. - Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 8. 1969, S. 11-30.

- Permafrost in der oberen subnivalen Stufe der Alpen. - Geographica Helvetica, Heft Nr. 1, 24. Jg., 1969, S. 10-12.

Beck, E. - siehe Martinec, J.

Bezinge, A., Perreten, J.P. und Schafer, F. - Phénomènes du lac glaciaire du Gorner. - Bull. Murithienne, fasc. 87, 1970, p. 42-52.

Blinc, R., Lahajnar, G., Zupancic, I. und Gränicher, H. - Rotating Frame Spin - Lattice Relaxation in Hexagonal Ice. - Chem. Phys. Letters, 4, 1969, p.363.

Bonnard, D. und Bruschin, J. - Transports solides en suspension dans les rivières suisses. - Bull. techn. Suisse rom., année 96, 1970, No.6, p.91-96, Graph.

Breu, K. - Lawinenverbau im Kanton Schwyz. - Prakt. Forsteirtsch., Jg. 106, 1970, Nr. 6/7, S. 280-286, Abb.

Bruschin, J. - siehe Bonnard, D.

Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern - siehe hydrographisches Jahrbuch

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos - Ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement. Directives de l'Inspection des forêts pour la construction d'ouvrages de stabilisation de la neige. - Communication de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, No.29, 1968.

- siehe Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen.

Federer, B. - Der Schwarze Schneefall vom 14. und 15. März 1970. - Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Winterbericht des Eidg. Institutes f. Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Winter 1969/70, Nr. 34, 1971, S. 182-185.

Federer, B. und Philbert, K. - On the temperature profile and the age profile in the central part of cold ice sheets. - Journal of Glaciology, 10, No.58, 1971, p. 3-14.

Fitze, P. - siehe Furrer, G.

Föhn, P. - Methoden der Massenbilanzmessung bei grossen Schneehöhen, untersucht im Firngebiet des Grossen Aletschgletschers. - Beiträge zur Geologie der Schweiz - Hydrologie, Nr. 20, 1971, Dissertation ETH 1971.

Frutiger, H. - Verwehungsbau "Plütschessa", Ftan im Unterengadin. - Wildbach- und Lawinenverbau 34, Heft 1, 1970, S. 1-18.

Frutiger, H., Schild, M., Sommerhalder, E. und Quervain M. de - Lawinenschutz in Graubünden. - Strasse und Verkehr, Nr.6, 1971.

Furrer, G. und Fitze, P. - Beitrag zum Permafrostproblem in den Alpen. - Vjsch. Naturforsch. Ges. Zürich, Jg. 115, 1970, Heft 3, S. 353-368, Schriftt.

Good, W. - Ein sutomatisches System zur Aufnahme und Auswertung von kristallinen Dünnschnittpräparaten. Verh. der Schweiz. Naturforsch. Ges., 1970, S. 180-187.

Gränicher, H. - Proton Magnetic Resonance in H_2O-Ice. - Ampere International Summer School II: Pulsed Magnetic and Optical Resonance, Sept. 1971, Basko polje, Yugoslavia.

- siehe Blinc, R.

- siehe Taubenberger, R.

Hubmann, M. - siehe Taubenberger, R.

Jaccard, C. - Transport Processes in Ice. - Structure and Transport Properties in Water and Aqueous Solutions, R.A. Horne ed., J. Wiley, N.Y., p. 25-64, 1971.

Jaggi, Ch. - Hydrologische Untersuchungen in verschiedenen Tessinertälern. Einfluss von Niederschlag und anderen Faktoren auf das Abflussgeschehen. - Diss. Naturwiss. Bern, 1970, VIII, 168 S., Bern, Koma. Kümmerli & Frey, Graph. Karte, Beiträge zur Geologie der Schweiz - Hydrologie, 1970, Nr. 18.

Kälin, M. - The active push moraine of the Tompson Glacier, Axel Heiberg Island, Canadian Arctic Archipelago. - Dissertation ETH, 1971.

Kasser, P. - Die Gletscher der Schweizer Alpen im Jahre 1968/69. - 90. Bericht der Gletscher Kommission der SNG. Zeitschrift "Die Alpen", Jg. 46, 4. Quartal, 1970, S.229-243.

- Les variations des glaciers suisses en 1968/69. - 90e rapport de la Commission des glaciers de la SNG. "Les Alpes", année 46, 1970, 4e trimestre, p.229-243.

Lahajnar, G. - siehe Blinc, R.

Lang, H. - Ueber den Einfluss meteorologischer Faktoren auf den Schmelzwasserabfluss. - Annalen der Meteorologie, Neue Folge, Nr.5, 1971, S.213-214.

Lang, H. und Patzelt, G. - Massenänderung und Volumenänderung des Hintereisferners im Zeitraum 1953-1964 sowie mittlere Grösse der vertikalen Komponente der Gletscherbewegung. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VII, Heft 1-2, 1971, S. 39-56.

Langway, Jr. C.C. - siehe Oeschger, H.

Lemans, A. - Der Firnzuwachs pro 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten. - 57. Bericht, Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jg. 115, Heft 4, S. 273-239.

Levi, L. and Aufdermaur, A.N. - Crystal orientation in a wet growth hailstone. Journal of Atmos. Sc., 1970, No. 27, p. 512-513.

Link, H. - Speicherseen der Alpen = Bassins d'accumulation des Alpes. - Wasser- und Energiewirtschaft, Jg. 62, 1970, Nr.9, S.241-358.

Maag, H.U. - Ice Dammed Lakes and Marginal Glacial Drainage on Axel Heiberg Island, Canadian Archipelago. - Axel Heiberg Island Research Reports, McGill University, Montreal, 1969, 147 Seiten.

Mariétan, I. - La catastrophe du Giétroz en 1818. - Note complémentaire du 24 octobre 1970. - Un nouvear Longarone dans le val des Bagnes? - Bull. Muritienne, fasc. 87, 1970. p.12-15, 16-19.

Martinec, J. - Study of snowmelt runoff process in two representativ watersheds with different elevation range. - Proceedings of the Symposium on the redults of research on representative and experimental basins, Wellington, 1970. - IASH Publ. No.96, p.29-39.

Martinec, J. and Beck, E. - Schnee und Lawinen im Parsenngebiet. Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. - Winterbericht des Eidg. Inst. für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos. Winter 1969/70, Nr.34, 1971, S. 34-44.

Müller, F. - Mittelfristige Schwankungen der Oberflächengeschwindigkeit des Khumbugletschers am Mount Everest. - Schweiz. Bauzeitung, 86. Jg., Heft 31, 1968. p. 569-573.

- Perennial ice and snow masses. - UNESCO/IASH Technical Papers in Hydrology, No.1, 1970, 59 p.

- Snowpack Metamorphism. - Proceedings of NRC Hydrology Symposium , No.8, 1971, 18 p.

- Glacier Research. - Canadian Geophysical Bulletin, Vol. 23, 1970, p. 227-289.

Müller, F. and Ommanney, C.S.L. - The contribution of glacier ice to the world water balance. - Proceedings of Symposium on World Water Balance, Reading, 15-23 July, 1970, 13 p.

Oeschger, H., Stauffer, B. and Langway, Jr. C.C. - Carbon dating of Ice and other Isotope Studies at Byrd Station, Antarctica. - Antarctic Journal,5,4,112,1972.

Ommanney, C.S.L. - siehe Müller F.

Patzelt, G. - siehe Lang H.

Perreten, J.P. - siehe Bezinge, A.

Philbert, K. - siehe Federer, B.

Pool, S. - Die Gletschermühlen von Cavaglia GR. - Schweizer Naturschutz, Jg. 36, Nr.5, 1970, S.119-121.

Quervain, M. de - Bericht über die Tätigkeit des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung 1968/69. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 121 Nr. 9, 1970, S. 706-715.

- siehe Erutiger, H.

Röthlisberger, H. - Massnahmen gegen die Ausbrüche eines Gletschersees ob Saas Balen (Grubengletscher). - Schweizerische Bauzeitung, 89. Jg., Heft 40, 1971, S. 999-1003.

Salm, B. - On the rheological behavior of snow under high stresses. -Contrbutions of the Institute of Low Temerature Sciences, Sapporo, Serie A, No.23, 1971.

Schafer, F. - siehe Bezinge, A.

Schild, M. - Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden. - Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. - Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Winter 1969/70, Nr. 34, 1971, S. 97-181.

- Schnee- und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet. - Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. - Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch-Davos, Winter 1969/70, Nr. 34, 1971, S. 45-96.

- siehe Frutiger, H.

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen - Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Winter 1969/70, Nr.34, 1971, 187 Seiten mit Beiträgen von Beck, E., Federer, B., Martinec, J. und Schild, M.

Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich - siehe Annalen

- siehe Niederschlagsmessungen.

S.E. - Die Lawinenverbauung der Lötschbergbahn auf der Faldumalp. - SBB Nachr.bl., Jg. 47, Nr.3, 1970, S. 48-49.

- Ligne du Loetschberg. Protection contre les avalanches de la Faldumalp. - CFF, année 47, No 3, 1970, p. 48-49.

Sevruk, B. - Comments on seasonal variation in rain gage catch. - Water Resources Research, 7, 3, 1971, p. 741-743.

Sommerhalder, E. - siehe Frutiger, H.

Stauffer, B. - siehe Oeschger, H.

Taubenberger, R., Hubmann, M. and Gränicher, H. - Druckabhängigkeit der komplexen DK von Eis I_h Einkristallen. - Helv. Phys. Acta 44, 1971, p. 567.

Vuadens, L. - Grotte sous-glaciaire Gorner-Grenz, Zermatt, VS, à la confluence des glaciers du Gorner et de Grenz, alt. 2615 m. - Stalactite, année 20, No. 1, 1970, p. 30-34.

Walser, E. - Transport gelöster Stoffe in Fliessgewässern. - Verh. schweiz. Naturforsch. Ges., 150, Jahresversammlung, Basel, 1970, wissenschaftl. Teil, S. 175-176.

Zupancic, I. - siehe Blinc, R.

Mattmark-Gletscher

1 : 10 000

Aufnahmen 1956 und 1967

Eidg. Landestopographie Wabern-Bern

Versuchsanstalt für Wasserbau,
Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich

Kraftwerke Mattmark AG Saas Grund

Gletscherkommission der SNG Zürich

1971

MATTMARK-GLETSCHER

Massstab 1:10 000 **Äquidistanz 10 m**

Luftphotogrammetrische Aufnahmen

15. September 1956

21. August 1967 — 25. September 1967

Gletschergrenzen 1956

Gletschergrenzen 1967

Schneeflächengrenzen 1956

Schneeflächengrenzen 1967

Teilgebietsgrenzen

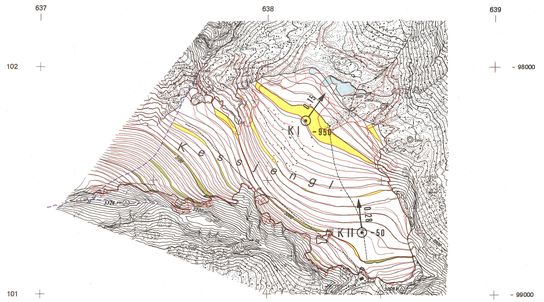
Unterschied zwischen den Gletscherständen 1956 und 1967, dargestellt durch horizontale Schnittflächen:

Bei Zunahme der Gletscherdicke

Bei Abnahme der Gletscherdicke

Vermessungsstationen:

△ Triangulationspunkt ⊙ Triangulationspunkt mit exzentrischem fixem Stativ ⊙ Fixes Stativ



Niederschlags- und Pegelmessungen

Mittelwerte für die 11 Jahre vom 1. 10. 1956 bis 30. 9. 1967

Jahr = 1.10.-30.9 Winter = 1.10.-30.4. Sommer = 1.5.-30.9.

Niederschlag in Jahrestotalisatoren

10 ○ 1568 mm/Jahr, 1089 mm/Winter, 479 mm/Sommer

Niederschlag in Monatstotalisatoren

103 ○ 532 mm/Sommer

⊙ Pegel zur Messung von Netto-Akkumulation, Netto-Ablation und Oberflächengeschwindigkeit des Gletschers

19.8 Horizontalkomponente der Verschiebung in m/Jahr

A VII ⊙ 330 Spezifische Haushaltszahl in kg/m² Jahr

Eidg. Landestopographie Wabern-Bern

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich

Kraftwerke Mattmark AG Saas Grund

Gletscherkommission der SNG Zürich

1971

LES VARIATIONS DES GLACIERS SUISSES 1969—1970

(91e RAPPORT)

par

PETER KASSER

Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques
annexés à l'EPFZ
SECTION D'HYDROLOGIE ET DE GLACIOLOGIE

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

BERNE – Imprimé par Staempfli + Cie SA – 1972

Feuille de correction

de la publication

LES VARIATIONS DES GLACIERS SUISSES

1969-1970

(91e rapport)

Dans le 91e rapport, aux pages 10 et 11, on a imprimé par erreur l'illustration 1 valable pour l'année 1970/71 au lieu de celle valable pour l'année 1969/70. Cette feuille de correction remplace la fausse illustration.

Illustration 1

PRÉCIPITATIONS, TEMPÉRATURES, DURÉE D'INSOLATION ET ÉCOULEMENT

Valeurs mensuelles saisonnières et annuelles de l'année 1969/70
relatives aux valeurs moyennes de la période 1931 ÷ 1960. [exceptions voir 1)]
10,...,9 mois d'octobre 1969 à septembre 1970
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	Jungfraujoch	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 $\frac{\Delta P}{\overline{P}} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$

Température ΔT = Écart de la moyenne

Durée d'insolation $\frac{\Delta E}{\overline{E}} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$

Stations météorologiques :

No	Station	m.s.m.
1	Bern	572
2	Jungfraujoch	3576
3	Montreux	408
4	Sion	549
5	Zermatt	1610
6	Testa Grigia	3488
7	Zürich MZA	569
8	Engelberg	1018

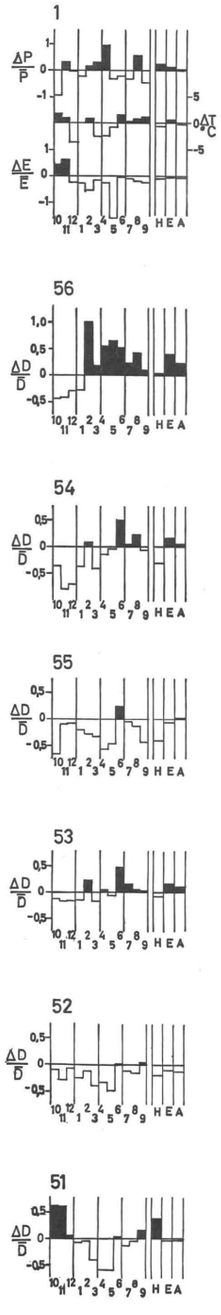
No	Station	m.s.m.
9	Airolo	1167
10	Locarno – Monti	379
11	St.Gallen	664
12	Säntis	2500
13	Chur	586
14	Davos	1561
15	Bever	1712
16	Brusio	840
17	Grand – St – Bernard	2479

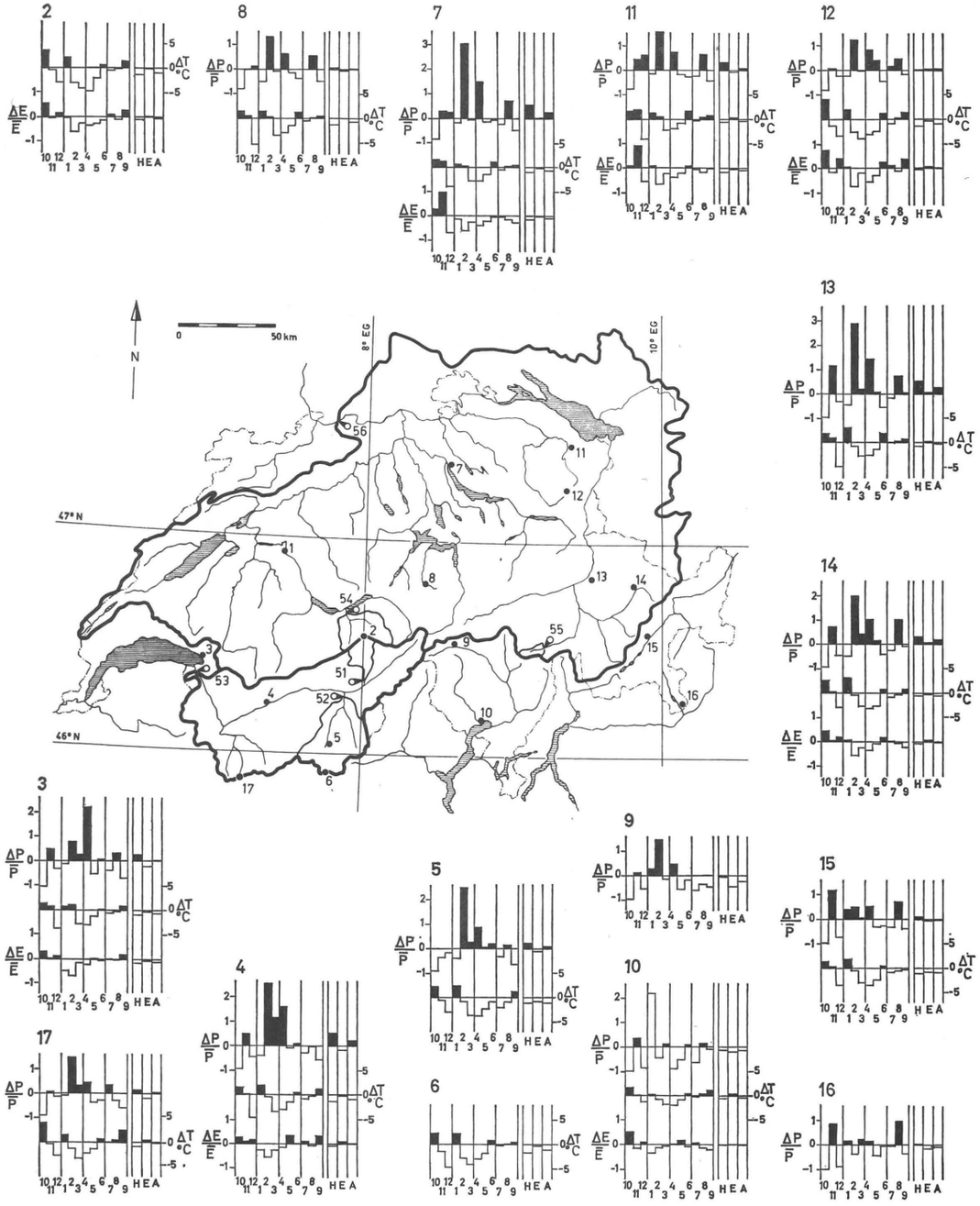
Mesure des débits

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

Stations de jaugeage :

No	RIVIÈRE / Station	m.s.m.	Bassin versant		
			Superficie totale S en km²	Altitude moyenne m.s.m.	Aires englacées en % de S
51	MASSA / Blatten bei Naters	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





LES VARIATIONS

DES GLACIERS SUISSES

1969 - 1970

par

PETER KASSER

Laboratoires de Rechercher hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques

SECTION D'HYDROLOGIE ET DE GLACIOLOGIE

91e RAPPORT

PUBLICATION DE LA COMMISSION DES GLACIERS

de la Société helvétique des Sciences naturelles (SHSN)

Publication de la Commission des Glaciers
de la Société helvétique des Sciences naturelles (SHSN)

Imprimée par Staempfli + Cie SA, Berne, 1972

Distribution par le
délégué aux observations des glaciers
de la Commission des Glaciers de la 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.

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 sons ensemble, particulièrement dans notre pays. Elle poursuit notamment le contrôle régulier des glaciers suisses. Elle réalise les travaux exigeant un effort collectif, confie 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
MM. Robert Haefeli, président, Zurich	1943
Marcel de Quervain, vice-président, Davos	1958
Hans Röthlisberger, secrétaire, Zurich	1965
André Flotron, Meiringen	1972
Claus Jaccard, Neuchâtel	1965
Peter Kasser, Zurich	1948
Fritz Müller, Zurich	1971
Hans Oeschger, Bern	1967

Groupe de travail pour l'observation des glaciers:

MM. 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, octobre 1972.

AVANT - PROPOS

Les rapports sur les glaciers suisses dus à l'initiative de F.A. Forel en 1880 avaient à l'origine comme but scientifique d'observer l'état des glaciers et d'étudier le mécanisme de leurs variations mises en regard des changements climatiques; ce but est encore valable aujourd'hui. Les multiples aspects du visage des glaciers et le grand nombre de paramètres dont la connaissance est nécessaire pour décrire assez complètement leurs modifications font qu'il n'a pas été possible jusqu'ici de trouver quelques glaciers types dont l'étude aurait permis des conclusions valables pour tous les autres. Outre l'observation minutieuse et intégrale de certains glaciers choisis, il est nécessaire de suivre l'évolution d'un grand nombre de fronts glaciaires en poursuivant en particulier les longues séries et en prenant soin d'entretenir et de compléter le réseau hydrométéorologique et climatique. Les rapports annuels doivent fournir les résultats de mesures à tous ceux, qu' intéressent les problèmes scientifiques ou techniques concernant les glaciers et leur procurer une base de travail.

Les tâches d'hydroglaciologie qui depuis environ 50 ans se sont imposées lors des projets d'aménagements hydroélectriques et depuis lors par l'exploitation des usines ont exigé une extension des observations. La mise en valeur des ressources hydrauliques et les problèmes relatifs aux glaciers dits dangereux demanderont à l'avenir de plus amples informations. Les nouvelles méthodes de recherche accroissent la qualité des mesures. En étendant le réseau de ces mesures, il faut toujours davantage tenir compte du développement scientifique de la glaciologie.

Pour satisfaire les nouveaux besoins, il convient d'accroître l'importance des rapports annuels complets qui prennent le caractère d'un annuaire s'adressant aux glaciologues et aux ingénieurs et qui dépassent le cadre d'un tiré à part de la revue "Les Alpes". En prévoyant une publication séparée, destinée aux spécialistes, et le rapport traditionnel dans "Les Alpes", on tiendra compte des catégories différentes de lecteurs. La Commission des glaciers de la Société helvétique des Sciences naturelles remercie le Club alpin suisse d'accueillir dans sa revue depuis 1883 le rapport sur l'état des glaciers. Comme les alpinistes ont toujours prêté attention aux glaciers, cette collaboration se poursuivra sans doute. D'autre part la Commission des glaciers souhaite par le présent rapport plus complet répondre mieux encore que par le passé aux désirs des hommes de science et de la technique.

De nombreuses institutions et des collaborateurs bénévoles apportent année après année leur contribution au rapport annuel en effectuant des mesures, récoltant des données ou collaborent d'une façon quelconque. La Commission des glaciers qui sait apprécier cette aide les en remercie. La mensuration de nombreux fronts glaciaires par les ingénieurs-foreatiers a son origine dans une suggestion que la Société helvétique des Sciences naturelles a soumise en 1892 au Département fédérale de l' Industrie et de l'Agriculture d'alors. Son Chef, le conseiller fédéral Deucher, intervint en 1893 auprès des gouvernements contonaux pour mettre en train la collaboration des inspections cantonales des forêts et de la Commission des glaciers; les renseignements étaient collationnés par J. Coaz, inspecteur fédérale des forêts en chef de l'époque. Un remerciement tout particulier va au Service topographique fédérale dont les apports sous forme de vols photogrammétriques ou de reproductions cartographiques deviennent de plus en plus importants; cette collaboration remonte également à l'ancien temps, puisque le Bureau topographique d'alors, sous la direction de Siegfried, Dumur et Held

a fourni le principal effort pour la mensuration du glacier du Rhône de 1874 à 1918. Il faut également souligner l'importance des vols de mensuration et levers de plans effectués par la Direction fédérale des Mensurations cadastrales. L'Institut de Géodésie et de Photogrammétrie de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich contribue aussi notablement aux mesures en conseillant le glaciologue sur le plan technique, en procédant à des relevés et en mettant à disposition ses installations. Parmi les organismes fédéraux il faut mentionner l'Office fédérale de l'Economie hydraulique à qui l'on doit un réseau de stations hydrographiques bien contrôlé, avec un poste modèle sur la Massa qui fonctionne depuis le printemps 1965; ce service, dirigé alors par Collet a beaucoup contribué aux mensurations glaciaires par Lütschg-Loetscher, surtout depuis 1918. En ce qui concerne la climatologie, l'Institut suisse de Météorologie a fourni l'essentiel des donnés; l'entratien et le développement du réseau climatologique en haute montagne sont très importants pour les glaciologues. L'Institut fédérale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches met à disposition des données sur l'enneigement et les avalanches qui complètent le rapport annuel. La Section d'Hydrologie et de Glaciologie des Laboratoires de Recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich effectue de son côté de nombreuses mesures de glaciers et d'enneigement, collectionne les résultats depuis 1964 et classe la documentation. La Commission des glaciers est heureuse de pouvoir copmter à l'avenir de ces différents instituts officiels et remercie les nombreux collaborateurs bénévoles qui année après année remplissent leur programme de travail.

La Commission des glaciers remercie également les entreprises hydroélectriques qui lui communiquent leurs résultats d'observations. Ce sont les Forces Motrices de l'Oberhasli S.A. qui par l'intermédiaire du Bureau de géomètre Flotron à Meiringen a fait faire depuis plus de 40 ans des relevés de profils et des mesures du mouvement au glacier de l'Unteraar, et depuis 26 ans à l'Oberaar également. Les Forces Motrices de Mattmark S.A. relèvent précipitations et variations glaciaires dans leur domaine et ont apporté une contribution à la carte au 1 : 10 000 du glacier de Mattmark annexée à ce rapport. Les Forces Motrices de Mauvoisin S.A. mettent à disposition les résultats de leur mensurations aux glaciers de Giétro et de Corbassière. Les travaux effectués par l'entreprise Aegina S.A. ont permis de suivre l'évolution du glacier de Gries; ceux de l'entreprise Linth - Limmern S.A. l'ont fait également pour les glaciers de Limmern et de Plattalva. Les problèmes d'exploitation de la Société de la Grande-Dixence sont en relation étroite avec le sort de nombreux glaciers.

La Commission des glaciers de la Société helvétique des Sciences naturelles désire par son rapport annuel remplir une fonction de coordination en réunissant et en contrôlant les données qui proviennent d'un grand nombre de collaborateurs et en les publiant à l'usage des intéressés. Elle s'efforce constamment d'assurer la continuité des longues séries d'observations et d'améliorer son réseau de mesures, ainsi que la présentation des résultats dans les rapports annuels.

Pour la Commission des glaciers

le président: R. Haefeli

le délégué aux observations des glaciers: P. Kasser

Zurich, octobre 1972

TABLE DES MATIERES

page

Table des matières 6

OBSERVATIONS HYDROMETEOROLOGIQUES 8

CONDITIONS CLIMATIQUES ET D'ENNEIGEMENT 8

a) L'hiver 8

b) L'été 8

Tableau 1 : Somme des moyennes journalières positives de la température de mai à septembre 1968, 1969 et 1970 9

Figure 1 : Précipitations, température, durée d'insolation et écoulement 1969/70 10

Tableaux 2 et 3 : Précipitations, température, somme des températures journalières positives, durée d'insolation et écoulement par mois, hiver, été et année
Tableau 2 : valeurs pour 1969/70 12
Tableau 3 : valeurs centrées reduites q pour 1969/70 14

c) L'année hydrologique 16

Tableau 4 : L'enneigement de l'hiver 1969/70 16

2 NEIGE ET AVALANCHES PENDANT L'HIVER 1969/70 17

3 OBSERVATIONS CONCERNANT LES GLACIERS 18

3.1 Activité et événements particuliers 18

3.2 Variations de longueur des glaciers 21

Tableau 5 : Variations de longueur des glaciers 1967/68 - 1969/70, récapitulation 22

Figure 2 : Variations de la position des fronts de glacier dans les Alpes suisses 1891/92 - 1969/70 23

Tableau 6 : Variations de longueur des glaciers 1968/69 et 1969/70 24

Figure 3 : Le front du glacier d'Allalin 1954/70 35

Tableau 7 : Nombre de glaciers en crue et en décrue en pour cent du nombre total des glaciers observés, de 1890/91 à 1969/70 36

3.3 Photographies

Légendes 38

Glacier supérieur de Grindelwald 13.8.1970

Glacier du Rhône 18.9.1970

Glacier du Rhône 16.8.1848

Glacier du Rhône 22.9.1970

Glacier supérieur de Glrindelwald 31.10.1970

3.4. Bilans de masse page

Tableau 8 : Bilans annuels de masse de quelques glaciers de 1967/68 à 1969/70 39

Tableau 9 : Glacier de Gries, bilan spécifique moyen de masse 1969/70 par échelons d'altitude de 100 m 40

Figure 4 : Glacier de Gries, bilan de masse en 1969/70 41

Tableau 10 : Glacier de Gries, bilans hydrologiques 1961/62 - 1969/70 42

Tableau 11 : Glaciers d'Aletsch, bilans hydrologiques 1964/65 - 1969/70 43

Tableau 12 : Glaciers de Limmern et de Plattalva, bilan spécifique moyen de masse 1969/70 par échelons d'altitude de 100 m 45

Tableau 13 : Glacier de la Silvretta, bilan spécifique moyen de masse 1969/70 par échelons d'altitude de 100 m 45

Figure 5 : Glaciers de Limmern et de Plattalva, bilan de masse en 1969/70 46

Figure 6 : Glacier de la Silvretta, bilan de masse en 1969/70 47

Tableau 14 : Couche de neige formée pendant l'hiver, bilan spécifique annuel et variation du niveau de la surface glaciaire en des points choisis de différents glaciers en 1969/70 48

3.5. Mensurations des glaciers de la région de Mattmark 53

Tableau 15 : Glaciers de la région de Mattmark, variations des surfaces, volumes et altitudes moyennes des surfaces entre les états de 1932, 1946, 1956 et 1967 54

Tableau 16 : Glaciers de la région de Mattmark 1956/67, valeurs pour des échelons d'altitude de 50 m

a) Surfaces glaciaires en 1956 55

b) Surfaces glaciaires en 1967 56

c) Variations des surfaces glaciaires 1956/67 57

d) Variations des volumes glaciaires 1956/67 58

e) Variations d'altitude des surfaces 1956/67 en m 59

f) Variations d'altitude des surfaces 1956/67 en cm par an 60

3.6 Mensurations des glaciers de l'Aar 61

Tableau 17 : Glaciers de l'Aar en 1969/70, récapitulation des principaux résultats 62

Figure 7 : Mesures à courte échéance du mouvement au profil transversal de Pavillon Dollfuss, 1969/70 63

Tableau 18 : Glaciers de l'Aar en 1969/70. Mesures à courte échéance du mouvement au profil transversal de Pavillon Dollfuss 64

4. LISTE DE PUBLICATIONS 66

Annexe: Carte des glaciers de Mattmark au 1 : 10 000

1. OBSERVATIONS HYDROMETEOROLOGIQUES

CONDITIONS CLIMATIQUES ET D'ENNEIGEMENT DU 1er OCTOBRE 1969 AU 30 SEPTEMBRE 1970

Le caractère du temps de l'année envisagée est représenté graphiquement aux pages 10 et 11 grâce aux indications tirées des Annales de l'institut suisse de météorologie (ISM) et de l'Office fédéral de l'économie hydraulique (A+W). En ce qui concerne l'insolation, les précipitations et l'écoulement, on a comparé le rapport des valeurs de cette année aux valeurs moyennes; pour la température, on donne l'écart à la moyenne. Les indications sur les sommes de températures du tableau 1 sont extraites de l'étude de A. Lemans "Der Firnzuwachs pro 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten, 57. Bericht"; celles qui concernent la couche de neige du tableau 4 ont été fournies en partie par l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches au Weissfluhjoch sur Davos (SLF), en partie par les VAW de l'EPF de Zurich. Le rapport sur "Neige et avalanches dans l'hiver 1969/70" est du à M. Schild (SLF); pour des indications plus détaillées, nous renvoyons au rapport annuel de SLF. Nous remercions ces institutions et leurs collaborateurs de leur aide.

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

A un mois d'octobre, partout trop sec et trop chaud, succède un mois de novembre presque partout normal; seules les précipitations en Engadine furent nettement plus élévées que la normale. Entre le 5 et le 17 novembre, la période d'ablation prit fin, puisque tous les glaciers se recouvrirent de neige. La mince couche de neige subsista en décembre (Très froid) et en janvier (relativement doux); ce n'est qu'en février et en avril que tombèrent de fortes quantités de neige, sauf au sud des Alpes et en Engadine, où l'accroissement du manteau dépassa de justesse la hauteur normale. Durant les mois trop froids de mars et d'avril, les Alpes et le Jura restèrent enneigés jusqu'à 1000 mètres environ. L'hiver fut partout trop froid, alors que les précipitations dépassaient un peu la moyenne au nord des Alpes et assez fortement au coeur de ces dernières. En Engadine, elles furent normales, mais au sud, par endroits, déficitaires.

b. L'été (1er mai au 30 septembre)

Les mois de mai, juin et juillet ont eu partout des précipitations normales ou un peu trop faibles. Comme le mois de mai fut nettement trop froid, surtout au coeur des Alpes, et qu'au début de juin la température n'atteignit pas la moyenne, la fonte de la neige sur les langues glaciaires s'amorça lentement; d'après le débit de certains torrents glaciaires, la fonte ne se produisit vraiment qu'à partir de la deuxième décade de juin. Le mois de juillet fut également plutôt défavorable pour les glaciers, tandis qu'août, dont la température fut normale, accusa d'abondantes précipitations, sauf en Valais et au sud des Alpes où elles furent normales. En septembre, l'ablation fut supérieure à la moyenne, surtout en Valais et au nord des Alpes par pluies relativement pauvres.

La période d'ablation de l'été 1970 prit fin avec le changement de temps survenu le 30 septembre.

Les températures estivales des stations considérées n'ont que peu dévié des valeurs normales, à l'exception de Zermatt et Bever où il fit nettement trop froid. Les précipitations estivales furent déficitaires en Valais et sur le versant sud des Alpes, et à peu près normales dans les autres régions.

Tableau 1 [1]. Somme des moyennes journalières positives de la température de mai à septembre 1968, 1969 et 1970.

Station	Altitude	mai/sept. 1968	mai/sept. 1969	mai/sept. 1970
	m sur mer	Σ + °C	Σ + °C	Σ + °C
a) Station d'observation				
Gütsch	2287	686	837	849
Säntis 2)	2500	505	694	649
Weissfluhjoch	2667	461	611	599
Jungfraujoch (Sphinx)	3578	52	94	78
Payerne (700 mb) 3)	3100	185	293	322
München (700 mb) 3)	3100	152	270	231
Mailand (700 mb) 3)	3100	254	338	406
b) Extrapolations pour les névés de				
Clariden 4)	2700	383	530	544
Clariden 4)	2900	264	399	411
Silvretta 5)	2750	409	553	546
Jungfraufirn (P_3) 6)	3350	90	173	155

1) Extrait de A. Lemans, "Der Firnzuwachs 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten", 57. 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 Jungfraujoch-Sphinx

Illustration 1

PRÉCIPITATIONS, TEMPÉRATURES, DURÉE D'INSOLATION ET ÉCOULEMENT

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	Jungfraujoch	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 $\frac{\Delta P}{\overline{P}} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$

Température ΔT = Écart de la moyenne

Durée d'insolation $\frac{\Delta E}{\overline{E}} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$

Stations météorologiques:

No	Station	m.s.m.
1	Bern	572
2	Jungfraujoch	3576
3	Montreux	408
4	Sion	549
5	Zermatt	1610
6	Testa Grigia	3488
7	Zürich MZA	569
8	Engelberg	1018

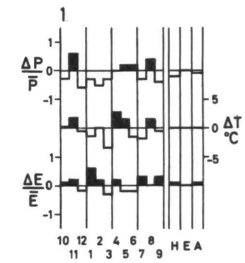
No	Station	m.s.m.
9	Airolo	1167
10	Locarno-Monti	379
11	St.Gallen	664
12	Säntis	2500
13	Chur	586
14	Davos	1561
15	Bever	1712
16	Brusio	840
17	Grand-St.-Bernard	2479

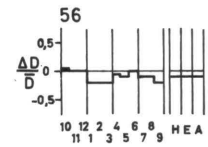
Mesure des débits

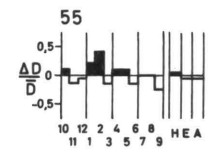
Debits $\frac{\Delta D}{\overline{D}} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$

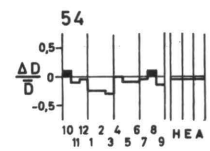
Stations de jaugeage:

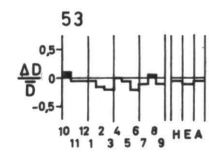
No	RIVIÈRE / Station	m.s.m.	Bassin versant: Superficie totale S en km²	Bassin versant: Altitude moyenne m.s.m.	Bassin versant: Aires englacées en % de S
51	MASSA/Blatten bei Naters	687	195	2945	66.6
52	VISPA / Visp	650	778	2660	33.1
53	RHÔNE / Porte du Scex	374	5220	2130	16.2
54	LÜTSCHINE / Gsteig	582	379	2050	19.5
55	HINTERRHEIN / Hinterrhein	1581	55	2390	21.6
56	RHEIN / Rheinfelden	258	34550	1085	1.6

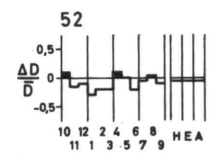


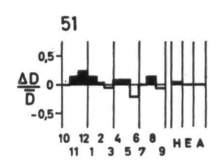












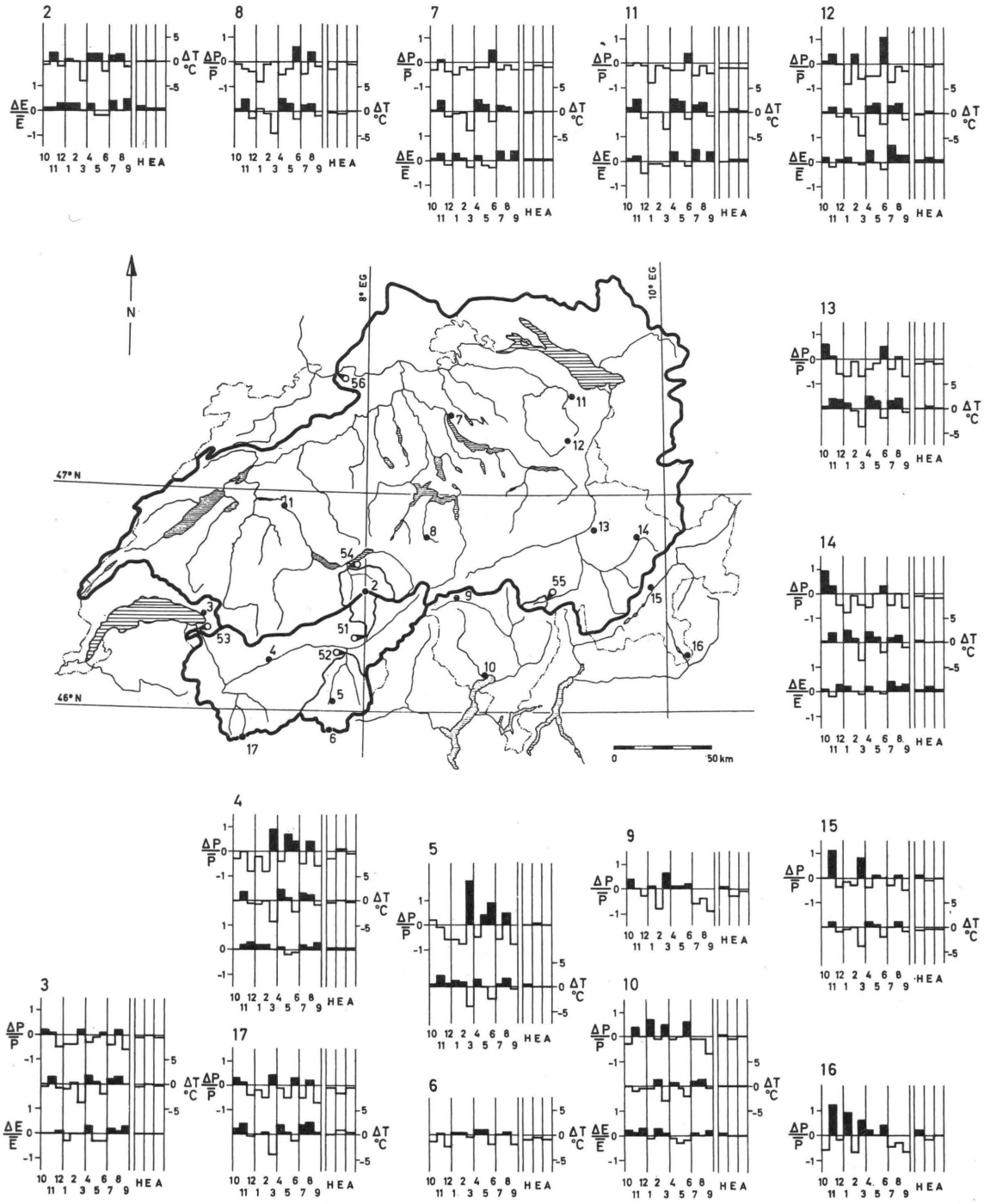

2
8
7
11
12
13
14
3
4
5
9
15
10
17
6
16
ΔP/P
ΔE/E
ΔT °C
10 12 2 4 6 8 HEA
11 1 3 5 7 9
N
8° EG
10° EG
47° N
46° N
0
50 km

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

Tabelle 2 : Niederschlag,Temperatur,Summe der Tagestemperaturen über 0°C. Sonnenscheindauer und Abfluss;für Monate,Winter,Sommer und Jahr.

Valeurs en 1969/70 - Werte für 1969/70

	Station		Mois - Monate												Hiver Winter	Eté Sommer	Année Jahr
	Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 - 4	5 - 9	10 - 9
Précipitations en mm Niederschlag in mm	1	Bern	6	90	52	48	140	78	131	63	96	78	184	56	545	477	1022
	3	Montreux-Clarens	5	132	56	75	138	92	225	55	154	95	212	50	723	566	1289
	4	Sion	3	87	32	36	214	74	79	35	55	36	68	22	525	216	741
	5	Zermatt	4	41	38	27	174	49	88	68	86	36	80	23	421	293	714
	7	Zürich MZA	10	95	80	61	289	61	200	95	149	106	225	56	796	631	1427
	8	Engelberg	22	108	98	56	248	97	189	118	109	198	265	70	818	760	1578
	9	Airolo	0	190	47	118	206	84	180	78	126	61	123	99	825	487	1312
	10	Locarno-Monti	0	204	14	176	37	104	139	100	215	76	260	213	674	864	1538
	11	St. Gallen	20	115	110	75	215	76	161	106	119	124	253	70	772	672	1444
	12	Säntis	31	196	130	156	408	159	306	277	143	356	415	173	1386	1364	2750
	13	Chur	3	131	33	30	223	59	109	72	43	87	182	80	588	464	1052
	14	Davos-Platz	5	112	34	40	226	84	104	91	72	110	255	77	605	605	1210
	15	Bever	1	136	12	60	63	44	68	51	65	71	183	52	384	422	806
	16	Brusio	0	139	5	95	26	62	69	50	99	105	126	61	396	441	837
	17	Grand St.Bernard	17	212	154	178	434	218	265	182	120	169	103	66	1478	640	2118
Indice d'Ecoulement mm Abflusshöhe mm	51	Massa/Blatten b.Naters	146	25	7	4	3	3	7	42	370	554	572	409	195	1947	2142
	52	Vispa/Visp	47	18	16	11	11	9	16	38	194	249	224	155	128	860	988
	53	Rhone/Porte du Scex	54	35	26	24	30	27	53	103	297	265	207	125	249	997	1246
	54	Luetschine/Gsteig	55	25	17	16	26	26	80	176	406	333	332	158	245	1405	1650
	55	Hinterrhein/Hinterrhein	36	50	29	18	11	13	31	134	542	405	334	315	188	1730	1918
	56	Rhein/Rheinfelden	38	37	39	39	104	77	113	153	171	150	143	88	447	705	1152

Tableau 2: continuation
Tabelle 2: Fortsetzung

	Station Nr.	Nom - Name	Mois - Monate 10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hiver Winter 10-4	Eté Sommer 5-9	Année Jahr 10-9
Températures en °C Temperatur in °C	1	Bern	10.3	4.8	- 3.5	- 1.0	1.3	2.0	6.2	12.0	17.6	18.2	18.0	15.1	2.9	16.2	8.4
	2	Jungfraujoch	- 2.6	-10.6	-16.1	-12.4	-17.8	-16.9	-14.7	- 8.7	- 2.4	- 1.5	- 1.0	- 1.0	-13.0	- 2.9	- 8.8
	3	Montreux-Clarens	11.6	6.5	- 1.6	1.6	2.9	3.2	7.1	12.8	17.8	19.0	18.6	16.4	4.5	16.9	9.7
	4	Sion	11.7	5.0	- 3.9	1.6	1.3	3.2	7.8	13.7	18.9	19.2	18.7	17.0	3.8	17.5	9.5
	5	Zermatt	6.6	- 1.2	- 7.6	- 3.6	- 5.4	- 4.3	- 0.3	5.6	10.2	11.3	11.1	10.2	- 2.3	9.7	2.7
	6	Testa-Grigia	- 1.4	- 8.6	-14.3	-10.2	-15.5	-14.8	-11.8	- 6.6	- 0.3	0.7	0.8	0.2	-10.9	- 1.0	- 6.8
	7	Zürich MZA	10.0	4.9	- 3.9	- 0.6	0.6	1.7	5.8	11.2	16.9	17.1	17.2	14.4	2.6	15.4	7.9
	8	Engelberg	7.6	2.1	- 7.5	- 1.8	- 1.9	- 2.0	2.2	8.2	13.9	13.8	13.9	11.7	- 0.2	12.3	5.0
	10	Locarno-Monti	13.5	6.9	2.2	2.4	3.5	6.0	9.9	14.4	19.4	20.9	20.4	18.2	6.4	18.7	11.5
	11	St. Gallen	9.1	4.6	- 4.8	- 0.6	0.0	0.8	5.2	10.6	16.4	16.4	16.4	13.6	2.0	14.7	7.3
	12	Säntis	3.5	- 5.7	-10.9	- 7.0	-11.5	-10.6	- 7.4	- 2.4	4.2	4.4	5.4	4.8	- 7.1	3.3	- 2.8
	13	Chur	11.1	5.1	- 4.6	2.2	- 0.2	2.1	6.3	11.6	18.0	17.7	17.4	15.0	3.1	15.9	8.5
	14	Davos-Platz	6.3	- 1.0	- 8.1	- 3.7	- 5.9	- 4.4	- 0.6	4.8	11.4	11.8	11.8	9.7	- 2.5	9.9	2.7
	15	Bever	4.1	- 2.8	-11.6	- 7.7	- 8.1	- 6.3	- 2.2	3.9	10.4	11.1	10.4	8.4	- 4.9	8.8	0.8
	17	Grand St.Bernard	4.1	- 4.6	-10.2	- 7.1	- 9.8	- 9.5	- 5.6	- 0.5	5.3	7.2	7.5	7.1	- 6.1	5.3	- 1.9
Somme des Températures journalières positives Summe der Tagestemperaturen über 0 °C	2	Jungfraujoch	15	0	0	0	0	0	0	0	6	32	24	16	15	78	93
	4	Sion	373	162	5	76	57	113	237	434	582	607	586	514	1023	2723	3746
	5	Zermatt	227	39	0	4	3	11	49	189	327	371	359	323	333	1569	1902
	10	Locarno-Monti	426	213	78	82	103	188	300	450	584	655	618	553	1390	2860	4250
	12	Säntis	131	7	0	0	0	0	4	3	136	161	178	153	142	631	773
	17	Grand St.Bernard	134	14	0	0	0	0	19	28	171	240	238	218	167	895	1062
Durée d'insolation en heures Sonnenscheindauer in Stunden	1	Bern	168	97	35	41	41	125	128	171	221	232	185	208	635	1017	1652
	2	Jungfraujoch	216	96	111	91	37	112	103	115	157	220	174	220	766	886	1652
	3	Montreux-Clarens	155	71	63	32	28	115	123	177	189	221	186	189	587	962	1549
	4	Sion	216	118	108	76	56	129	168	230	236	292	218	254	871	1230	2101
	7	Zürich MZA	136	102	11	41	31	116	105	166	214	231	185	212	542	1008	1550
	10	Locarno-Monti	237	104	125	87	133	175	208	244	231	308	226	200	1069	1209	2278
	11	St. Gallen	118	86	18	48	25	92	92	135	199	206	162	181	479	883	1362
	12	Säntis	267	108	154	112	29	121	65	111	185	190	148	218	856	852	1708
	14	Davos-Platz	189	97	95	90	43	107	102	148	198	201	175	199	723	921	1644

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

Tabelle 3: Niederschlag, Temperatur, Summe der Tagestemperaturen über 0°C, Sonnenscheindauer und Abfluss; für Monate, Winter, Sommer und Jahr.

$$q = \frac{\text{(Valeurs en 1969/70) - (Valeurs moyennes de la période 1930/31-1959/60*)}}{\text{Ecart-type pour la période 1930/31 - 1959/60*}} = \frac{\text{(Werte 1969/70) - (Periodenmittel 1930/31-1959/60*)}}{\text{Streuung für die Periode 1930/31-1959/60*}} = \frac{N - \bar{N}}{s}$$

* Exceptions - Ausnahmen:

Températures - Temperaturen:

2	Jungfraujoch	1938/39-1963/64
6	Testa-Grigia	1952/53-1963/64
10	Locarno-Monti	1935/36-1963/64

Somme des Températures journalières positives:
Summe der Tagestemperaturen über 0°C:

2	Jungfraujoch	1934/35-1959/60
10	Locarno-Monti	1935/36-1959/60

Durée d'insolation-Sonnenscheindauer:

2	Jungfraujoch	1931/32-1960/61
4	Sion	1941/42-1963/64
10	Locarno-Monti	1931/32-1960/61
11	St. Gallen	1956/57-1963/64

Ecoulement - Abfluss:

51	Massa Massaboden	1931/32-1960/61
55	Hinterrhein Hinterrhein	1945/46-1963/64

	Station Nr.	Nom - Name	Mois - Monate 10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hiver Winter 10-4	Eté Sommer 5-9	Année Jahr 10-9
Précipitations en mm Niederschlag in mm	1	Bern	-1.4	0.4	-0.0	-0.4	2.0	0.4	1.9	-0.8	-0.7	-0.7	1.3	-1.0	0.8	0.6	0.2
	3	Montreux-Clarens	-1.1	0.8	-0.4	-0.1	1.3	0.6	4.6	-1.0	0.4	-0.7	1.1	-1.2	1.5	-0.5	0.8
	4	Sion	-1.2	0.5	-0.6	-0.8	2.7	1.4	2.2	-0.2	0.2	-0.7	-0.0	-1.0	1.4	-0.9	1.0
	5	Zermatt	-1.3	-0.4	-0.2	-0.8	2.9	0.4	1.5	0.1	0.4	-0.7	0.3	-1.1	0.7	-0.5	0.3
	7	Zürich MZA	-1.2	0.3	0.4	-0.4	4.5	-1.2	0.3	-0.2	0.3	-0.7	1.5	-1.0	2.3	0.0	1.4
	8	Engelberg	-1.5	-0.0	0.2	-1.5	2.3	-1.4	2.0	-0.4	-1.5	0.1	2.1	-1.3	0.4	-0.4	0.0
	9	Airolo	-1.4	0.1	-0.7	0.5	1.8	-1.6	0.7	-1.0	-0.3	-1.0	-0.5	-0.6	-0.0(2)	-1.5	-1.0
	10	Locarno-Monti	-1.4	0.4	-1.0	2.1	-0.4	0.1	0.1	-1.2	0.2	-1.1	0.2	0.1	-0.3	-0.7	-0.7
	11	St. Gallen	-1.3	0.3	1.2	-0.5	2.8	0.1	1.8	-0.5	-0.8	-0.7	1.7	-1.0	1.6	-0.4	0.7
	12	Säntis	1.1	0.0	-0.5	-0.6	2.0	-0.1	1.7	0.7	-1.3	0.5	1.2	-0.4	0.3	0.5	0.5
	13	Chur	-1.5	1.3	-0.4	-0.9	3.2	0.3	3.0	0.1	-1.3	-0.4	1.6	0.0	1.9	0.1	1.7
	14	Davos-Platz	-1.4	0.8	-0.6	-0.8	2.3	0.6	2.0	0.4	-1.2	-1.0	2.8	-0.2	1.1	0.6	1.4
	15	Bever	-1.3	1.6	-0.9	0.5	0.5	0.1	0.9	-0.8	-0.7	-1.0	1.6	-0.6	0.3	-0.4	-0.0
	16	Brusio	-1.3	1.1	-1.1	1.8	-0.4	0.3	0.3	-1.3	-0.2	-0.2	0.2	-0.6	0.1	-0.8	-0.5
	17	Grand St.Bernard	-1.7	0.1	-0.2	-0.2	2.5	0.6	0.9	-0.1	-0.7	0.9	-0.8	-1.2	0.6	-1.2	0.1
Indice d'Ecoulement mm Abflusshöhe mm	51	Massa/Blatten b.Naters	1.9	2.2	0.3	-0.2	-0.1	-0.6	-0.9	-1.2	0.2	-0.3	-0.1	0.7	1.7	-0.1	0.1
	52	Visp/Visp	-0.4	-1.1	-0.3	-1.4	-0.6	-1.8	-0.8	-1.3	0.1	-0.5	-0.9	0.3	-1.2	-0.7	-0.9
	53	Rhone/Porte du Scex	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	0.9	-0.6	0.3	-0.1	2.2	1.1	1.0	0.3	-0.3	1.7	1.1
	54	Luetschine/Gsteig	-0.9	-1.0	-1.1	-0.6	0.2	-1.1	-0.3	-0.0	2.6	0.4	1.7	-0.1	-1.1	1.6	0.6
	55	Hinterrhein/Hinterrhein	-0.9	-0.1	-0.2	-0.6	-0.8	-0.8	-1.2	-1.4	1.1	-0.1	-0.3	1.2	-1.2	0.2	-0.2
	56	Rhein/Rheinfelden	-1.3	-0.9	-0.7	-0.7	2.7	0.7	2.5	3.4	2.9	1.1	1.6	0.3	0.2	2.3	1.3

Tableau 3 : continuation
Tabelle 3 : Fortsetzung

	Station		Mois - Monate											Hiver Winter	Eté Sommer	Année Jahr
	Nr.	Nom - Name	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9
Températures en °C Temperatur in °C	1	Bern	1.5	0.8	-1.9	0.1	0.3	-1.3	-1.5	-0.4	1.1	0.3	0.6	0.7	-0.8	0.7	-0.3
	2	Jungfraujoch	1.8	-0.2	-1.7	1.0	-1.2	-1.7	-2.6	-1.4	0.5	-0.3	0.0	1.1	-1.6	-0.1	-1.3
	3	Montreux-Clarens	1.0	0.6	-2.2	0.3	0.4	-1.6	-1.9	-0.8	0.1	-0.4	-0.1	0.5	-1.3	-0.4	-1.0
	4	Sion	1.3	0.1	-2.4	0.9	-0.2	-1.7	-1.9	-0.9	0.4	-0.6	-0.2	0.8	-1.5	-0.1	-1.3
	5	Zermatt	1.7	-0.3	-1.6	1.2	-0.3	-2.0	-2.5	-1.8	-0.8	-1.4	-0.7	0.9	-1.6	-1.3	-2.0
	6	Testa-Grigia	1.2	-0.5	-1.5	1.1	-0.9	-2.1	-1.9	-1.4	0.7	-0.2	-0.1	0.3	-1.4	-0.3	-1.2
	7	Zürich MZA	1.2	0.9	-2.1	0.2	0.1	-1.3	-1.6	-0.8	0.8	-0.3	0.1	0.3	-1.3	-0.1	-1.0
	8	Engelberg	1.1	0.3	-1.4	0.6	0.1	-1.7	-1.8	-0.8	0.9	-0.4	0.1	0.4	-1.5	0.0	-1.3
	10	Locarno-Monti	1.3	0.0	-0.9	0.1	-0.4	-0.9	-1.3	-0.6	0.4	-0.2	0.2	0.9	-0.7	0.3	-0.5
	11	St. Gallen	1.4	1.1	-1.8	0.5	0.2	-1.0	-1.1	-0.5	1.3	-0.2	0.4	0.5	-0.6	0.6	-0.3
	12	Säntis	2.1	-0.7	-1.7	0.8	-1.0	-1.7	-1.6	-1.3	0.7	-0.6	0.1	0.7	-1.5	-0.1	-1.1
	13	Chur	1.5	0.7	-2.1	1.2	-0.3	-1.3	-1.6	-0.8	1.4	0.0	0.2	0.4	-0.9	0.3	-0.5
	14	Davos-Platz	1.9	0.1	-1.4	1.4	-0.2	-1.4	-2.0	-1.6	0.5	-0.5	-0.1	0.4	-0.6	-0.6	-1.0
	15	Bever	1.0	0.1	-1.8	0.8	-0.2	-1.6	-2.3	-1.7	0.2	-0.7	-0.7	0.3	-1.3	-0.9	-1.8
	17	Grand St.Bernard	2.8	-0.1	-1.4	0.8	-0.5	-1.6	-1.2	-0.7	0.5	0.0	0.4	1.5	-0.8	0.6	-0.2
Somme des Températures journalières positives Summe der Tagestemperaturen über 0°C	2	Jungfraujoch	6.7	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.7	-0.4	0.1	0.1	0.9	6.0	0.2	0.6
	4	Sion	1.0	-0.0	-1.8	0.9	-1.3	-1.7	-1.9	-1.0	0.5	-0.2	-0.2	0.8	-1.8	-0.1	-1.4
	5	Zermatt	2.1	0.1	-0.9	0.2	-0.7	-1.1	-1.6	-1.7	-0.8	-1.4	-0.8	1.0	-0.6	-1.4	-1.4
	10	Locarno-Monti	1.5	0.1	-1.1	-0.1	-1.9	-1.0	-1.2	-0.5	0.4	0.0	-0.3	1.3	-1.7	0.2	-1.2
	12	Säntis	1.2	-0.5	0.0	-0.5	0.0	-0.1	0.0	-1.5	0.8	-1.7	-0.1	1.1	0.8	-0.5	-0.2
	17	Grand St.Bernard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Durée d'insolation en heures Sonnenscheindauer in Stunden	1	Bern	1.5	1.7	-0.6	-0.7	-1.3	-0.5	-1.2	-0.7	-0.1	-0.3	-1.2	1.2	-0.5	-0.5	-0.7
	2	Jungfraujoch	1.7	-0.1	0.5	-0.1	-1.6	-1.0	-1.7	-1.4	-0.5	0.2	-0.8	1.6	-0.8	-0.5	-0.9
	3	Montreux-Clarens	1.2	0.1	0.3	-1.8	-1.9	-0.6	-1.2	-0.3	-0.2	-0.0	-0.5	1.1	-1.4	-0.1	-0.9
	4	Sion	1.4	0.4	0.5	-1.1	-2.0	-1.0	-1.3	0.2	0.1	0.7	-0.6	2.2	-1.3	0.8	-0.2
	7	Zürich MZA	0.9	2.7	-1.7	-0.4	-1.4	-0.7	-1.7	-1.0	-0.1	-0.1	-1.0	1.2	-1.2	-0.4	-1.0
	10	Locarno-Monti	1.8	-0.6	0.4	-1.6	-0.6	-0.3	0.0	0.7	-0.5	0.8	-1.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1
	11	St. Gallen	0.4	1.8	-1.5	0.2	-2.2	-0.6	-1.5	-0.9	0.5	-0.1	-1.0	0.6	-1.3	-0.3	-1.0
	12	Säntis	2.1	-0.3	1.5	0.2	-1.7	-0.7	-2.0	-1.2	0.8	0.4	-0.6	1.6	-0.4	0.4	-0.0
	14	Davos-Platz	1.7	0.2	0.6	0.3	-1.6	-1.1	-1.7	-0.5	0.7	0.1	-0.2	1.3	-0.8	0.6	-0.2

c) L'année hydrologique (1er octobre au 30 septembre)

Sur le versant sud des Alpes, comme dans certains bassins soumis à l'influence du régime méridional, tels que ceux de Gries et de Mattmark, les totaux de précipitations de l'année sont restés en partie considérablement au-dessous de la moyenne. Dans le reste des Alpes suisses, cette moyenne fut atteinte et même dépassée; à Coire et à Davos, il y eut même un excédent notable. La température fut normale au Tessin, nettement trop basse en Valais et en Engadine, légèrement inférieure à la moyenne dans le reste du pays. La température de l'été, légèrement inférieure à la normale en Valais et en Engadine, fut conforme à la norme dans les autres régions.

Tableau 4 . Enneigement de l'hiver 1969/70

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 sur mer	1	2	3	4	5	6	7
Weissfluhjoch	2540	10.11.	25.7.	258	321	2.5.	1259	1.6.
Davos-Platz	1560	14.11.	23.5.	191	178	25.2.	407	15.4.
Klosters	1200	14.11.	30.5.	198	255	25.2.	666	15.4.
Berninahäuser	2050	15.11.	17.5.	184	140	10.4.	-	-
Pontresina	1840	14.11.	4.5.	172	89	12.3.	-	-
Maloja	1820	15.11.	26.5.	193	191	8.4.	497	14.4.
Barberine	1820	8.11.	8.6.	213*	390	14.4.	1401	15.4.
Saas Fee	1775	15.11.	7.5.	174	120	14.4.	309	15.4.
Zermatt	1600	14.11.	5.5.	173	136	24.2.	320	15.4.
Bourg-St-Pierre	1650	-	-	-	136	4.3.	355	4.3.
Grimsel	1970	5.11.	11.7.	249	690	3.5.	-	-
Grindelwald-Bort	1570	17.11.	2.6.	198	230	20.3.	714	15.4.
Trübsee	1800	5.11.	26.6.	234	371	14.4.	1474	4.5.
Andermatt	1440	14.11.	1.6.	200	224	20.3./14.4.	754	14.4.

* Valeur interpolée.

NEIGE ET AVALANCHES PENDANT L'HIVER 1969/70

par M. SCHILD

Institut fédéral pour l'Etude de la Neige
et des Avalanches, Davos - Weissfluhjoch

Si l'on désigne par hivers catastrophiques ceux où des avalanches exceptionelles sont descendues, causant au moins 100 cas de dégâts ou plus de 50 victimes, cet hiver-là répond incontestablement à la définition. Avec 254 cas de dégâts et 56 victimes et comparé aux cinq hivers catastrophiques survenus depuis 1940 [1], il a provoqué un nombre élevé de morts d'hommes, de gros dégâts aux forêts (env. 41 000 m^3) et, en revanche, relativement peu de dégâts aux bâtiments ou de morts d'annimaux (resp. 137 et 3).

Jusqu'au début de février, presque toutes les régions ont accusé une très faible hauteur de neige; puis la situation changea radicalement. Les chutes de neige cumulées ont atteint pour le mois et par endroits plus de 4 mètres, souvent accompagnées de vent violent, de sorte que la hauteur du manteau a présenté, en certaines régions, un nouveau maximum absolu; en maints endroits des avalanches exceptionelles sont descendues dans les vallées. En mars et en avril, on enregistra encore de fortes chutes de neige. Quant à la température, elle resta jusqu'en mai inférieure à la moyenne. Aussi les Alpes ont-elles connu une fin d'hiver extrêmement riche en neige et un printemps extraordinairement tardif.

Le plus grand nombre d'avalanches provoquant des dégâts se déclenchèrent au moment des chutes de neige et des tempêtes de février. Le 24 se produisit la coulée la plus meurtrière depuis 1827 à Reckingen: 48 personnes furent surprises de nuit dans leurs demeures, et 30 d'entre elles trouvèrent la mort. D'autres coulées de la même période n'eurent heureusement pas de suites graves par suite des mesures de prudence adoptées. A part le cas de travailleurs surpris au Pilate (20 avril, 4 morts) tous les autres cas mortels concernèrent des skieurs ou des touristes. L'un seulement de ces 14 accidents ayant causé au total 22 morts s'est produit dans une région à forte quantité de neige fraîche; tous les autres ont eu lieu des régions et périodes de petites quantités de neige.

Dans plusieurs cas, on réussit à sauver les personnes enfouies sous la neige; l'esprit de camaraderie s'est manifesté avec succés dans ces circonstances. On entrepris un sauvage particulièrement spectaculaire près de Stechelberg, dans l'Oberland bernois, où l'on put dégager un paysan âgé de 70 ans, enseveli sous une avalanche de printemps; le rescape avait séjourné 7 h et demi sous 3 m de neige et avait été repéré par des chiens.

1) les hivers de 1941/42, 1944/45, 1950/51, 1953/54 et 1967/68

3. OBSERVATIONS CONCERNANT LES GLACIERS

3.1 Activité et évènements particuliers

Comme prévu pour chaque année, les vols de contrôle ont eu lieu en automne 1970 au-dessus des glaciers du Rhône, d'Aletsch et de Basodino, au-dessus des dix glaciers "abrupts" mentionnés dans le 90e rapport ainsi qu'au-dessus de quelques fronts glaciaires d'accès difficile ou dangereux, tels que ceux du Trift dans le Gadmental, du Rosenlaui, de Grindelwald supérieur et inférieur et de la Blümlisalp. Les vols effectués au-dessus des glaciers de Lang, de la Bella-Tola, de Stein, de Bresciana et du Val Torta ont servi à contrôler les repères. Les prises de vue aux glaciers de Steinlimmi et de la Scaletta ont été faites en relation avec des tâches particulières de la décennie hydrologique. Toutes ces photographies aériennes, comme celles des glaciers de Fee nord, du Sex Rouge, de Prapio, de Pierredar, de Stein, de Lenta, de Paradies et de Cavagnoli ont été prises par le Service topographique fédéral (L+T) de manière très obligeante. Le problème des "glaciers dangereux" a fait l'objet des vols de L+T à Pierredar et de ceux de la Direction fédérale des mensurations cadastrales (V+D) aux glaciers de l'Allalin et de Giétro. Le programme de mesures entrapris par les Forces motrices de l'Oberhasli SA aux deux glaciers de l'Aar fut poursuivi; les clichés pris par V+D furent de nouveau dépouillés par le bureau A. Flotron à Meiringen. Une liste des photographies aériennes prises en automne 1970 suit à la fin de ce chapitre 3.1 . Des informations relatives aux variations des fronts glaciaires qui ne figurent pas encore sur les tableaux 5 et 6 mais ont été incorporés dans le réseau sont mentionnées dans chapitre 3.2. Il faut enfin citer un manuscrit intéressant dans lequel F. Juvalta traite de l'histoire du glacier du Paradies durant ces cent dernières anneés.

Le glacier de Gruben, au-dessus de Saas Balen, a causé quelques soucis. Malgré les tentatives obstinées de donner issue à l'eau en temps opportun par des forages et des dynamitages, le niveau du lac marginal s'est élevé de plus en plus jusqu'à ce que la vidange se produisît le 8 juillet 1970, analogue à celle du 2 juillet 1968 dont il fut question dans notre 89e rapport; une crue subite enfla le Fällbach jusqu'au village. Une galerie percée pendant l'hiver 1970/71 à travers la glace a banni tout danger pour l'été 1971.

Plusieurs collaborateurs de la Commission des glaciers sont décédés au cours de l'année. L'ancien forestier Alfred Tscherrig qui, pendant des années, a contrôlé les glaciers de Brunegg, de Tourtemagne et de la Bella-Tola s'est éteint à l'âge de 78 ans, le 20 janvier 1970, à Oberems. M. Tscherrig a laissé une documentation complète et excellente concernant les glaciers de Tourtmagne et de Bella-Tola. Au printemps, M. Jean Penis, qui, comme géomètre, collaborait depuis quelques années au contrôle du glacier du Trient, a été emporté par la maladie. Le 12 avril mourait d'une crise cardiaque dans sa chère montagne M. Bernardo Pohl, ing. forestier, qui contrôla avec beaucoup de zèle le glacier de Basodino. Peu après, le 5 juillet 1970, son plus jeune fils, Paolo, était victime d'un accident de montagne dans la région de Basodino; père et fils avaient travaillé très activement pour la Commission des glaciers. Le 6 juillet 1970, M. Andreas Gasser, ing. forstier, qui

avait souvent collaboré aux mesures de glaciers dans les Alpes uranaises, a trouvé la mort en montagne. Nous adresssons nos pensées de sympathie aux parents et aux collègues de tous ces collaborateurs.

Liste des photographies aériennes prises en automne 1970.

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

No.[1]	Glacier	Date	Photos No.	Ligne de vol No.	levé par	Coordonnées[2] km	CN Feuille No.
1	Rhone	18.9.	1469-1475	GlK 1	L+T	673/160	255
1	Rhone	18.9.	1451-1460	GlK 2	L+T	673/160	255
5	Aletsch	21.9.	1530-1543	1	L+T	649/144	264
5	Aletsch	21.9.	1556-1566	2	L+T	645/139	264
5	Aletsch	21.9.	1574-1583	3	L+T	645/139	264
	Mönch Hängegl. S-Wand	21.9.	1544-1547	GlK 7[a]	L+T	643/157	254
11	Allalin	7.7.	4561-4568	1	V+D	640/100	274
11	Allalin	25.8.	4854-4862	1	V+D	640/100	274
11	Allalin	7.9.	4991-4997	1	V+D	640/100	274
13	Fee-Nord	29.9.	1604-1608	GlK 6[b]	L+T	636/105	284
	Hohbaln					636/107	284
13	Fee-Nord	29.9.	1634-1640	GlK 5[b]	L+T	636/105	284
	Hohbaln					636/107	284
	Bider					635/109	284
	Bider	29.9.	1623-1626	GlK 4[c]	L+T	635/109	284
	Trift (Tälli)	29.9.	1609-1818	GlK 8[d]	L+T	643/110	274
	Festi	29.9.	1598-1603	GlK 3[e]	L+T	630/105	284
	Hohberg					630/107	284
	Bis	29.9.	1641-1651	GlK 2[f]	L+T	624/106	284
	Bis	29.9.	1590-1597	GlK 1[g]	L+T	624/112	284
18	Lang	21.9.	1567-1573	GlK 8[h]	L+T	636/144	264
21	Bella Tola	29.9.	1652-1655	GlK 1	L+T	616/122	273
34	Otemma	25.8..	4886-4894	1	V+D	597/ 86	283
37	Giétro	7.9.	5020-5025	2	V+D	594/ 94	283
47	Sex Rouge	9.9.	1108-1113	GlK 2[i]	L+T	583/131	272
48	Prapio					582/130	272
49	Pierredar					580/128	272
49	Pierredar	9.9.	1114-1118	1[k]	L+T	580/128	272
50	Oberaar	18.9.			V+D	680/154	265
51	Unteraar	18.9.			V+D	680/157	157
53	Stein	27.8.	1038-1044	GlK 5[l]	L+T	676/175	255
54	Steinlimmi					675/174	255
55	Trift	18.9.	1462-1468	GlK 4	L+T	671/170	255
56	Rosenlaui	21.9.	1948-1950	GlK 6	L+T	655/168	254/255
57	Oberer Grindelwald	13.8.	604-611	GlK 2	L+T	649/164	264
58	Unterer Grindelwald	6.8.	473-476	GlK 1	L+T	647/162	264
	Hochfirn (Jungfrau)	21.9.	1551-1555	GlK 6[m]	L+T	640/154	264
61	Gamchi	21.9.	1584-1587	GlK 9	L+T	622/151	264
64	Blümlisalp					625/150	264
84	Lenta	17.9.	1316-1318	GlK 11[n]	L+T	723/153	266

No.[1]	Glacier	Date	Photos No.	Ligne de vol No.	levé par	Coordonnées[2] km	CN Feuille No.
84	Lenta	17. 9.	1319-1324	GlK 10[o]	L+T	723/153	266
86	Paradies					725/150	267
	Scaletta	17.10.	1734-1740	GlK 1[p]	L+T	792/175	258
	Valeggia	18. 9.	1431-1436	GlK 7	L+T	682/147	265
	Val Torta	19.10.	1751-1756			685/148	265
103	Bresciana	17. 9.	1316-1318	GlK 11[q]	L+T	722/151	266
	Cavagnoli	18. 9.	1437-1442	GlK 6	L+T	680/145	265
104	Basodino	18. 9.	1443-1450	GlK 1	L+T	680/141	265
105	Rossboden	29. 9.	1619-1622	GlK 7[r]	L+T	644/115	274
	Hohlentrift	29. 9.	1615-1618	GlK 8[s]	L+T	645/112	274

Remarques:

1) Numéro du glacier au réseau de la Commission des glaciers de la SHSN (cf. tableaux 5 et 6)

2) Coordonnées approximatives sur le glacier ou près du glacier.

Les glaciers suivantes ont été également saisis par les même lignes de vol:

a) Jungfraufirn (643/153), Ewigschneefeld (547/153), Guggi (640/157)

b) Fall (635/106)

c) Balfirn (634/112)

d) Hohlentrift (645/112), Zibelenfluh (646/112), Bodmer (646/115)

e) Kin (630/104)

f) Schali (622/104)

g) Schali (622/104), Turtmann (620/110)

h) Anen (637/146)

i) Diablerets (582/129), Mauvais (581/129), Dar (582/131)

k) Diablerets (582/129), Mauvais (581/129)

l) Chalchtalfirn (878/175), Rorfirn (684/171), Kartigelfirn (683/173), Hangfirn West (680/174), Hangfirn Ost (681/175), Rütifirn (682/175)

m) Giessen (639/156), Rottal)638/152)

n) Grauhorn (722/153), Bresciana (722/151)

o) Grauhorn (722/153), Rheinwaldfirn (725/151), Zapport (728/150), Güfer (725/154)

p) Vallorgia (Flüela) (792/174)

q) Lenta (723/153), Grauhorn (722/153)

r) Mattwald (641/115), Giessern (644/116), Bodmer (646/115), Gamsa (642/116)

s) Trift (Tälli) (643/112), Zibelenfluh (646/112), Bodmer (646/115)

3.2 Variations de longueur des glaciers

Tableaux 5 et 6

La variation moyenne de longueur de tous les glaciers contrôles a été de -1.26 m em 1969/70 contre -7.18 m l'année précédente. Bien qu'en 1969/70 98 glaciers au lieu de 103 aient été mesurés, le nombre des avances s'est accru de 3 unités sur 31. Nous avons réparti en quatre groupes les glaciers pour lesquels on a relevé une crue:

1) Les avances "vraies", dues en premier lieu au mouvement de la glace:

Nr. 2	Mutt	Nr. 42	Saleina	Nr. 68	Chelen
Nr. 11	Allalin	Nr, 43	Trient	Nr. 69	Rotfirn
Nr. 13	Fee	Nr. 53	Stein	Nr. 71	Wallenbur
Nr. 23	Moming	Nr. 56	Rosenlaui	Nr. 77	Biferten
Nr. 33	Tsanfleuron	Nr. 57	Oberer Grindelwald	Nr. 79	Sulz
Nr. 37	Giétro	Nr. 59	Eiger	Nr. 93	Tschierva
Nr. 39	Valsorey	Nr. 61	Gamchi	Nr. 99	Cambrena
Nr. 41	Boveyre	Nr. 64	Blümlisalp	Nr.100	Palü

2) Allongement de la langue, dû aux névés accumulés devant le front et provenant des chutes de neige des années précédentes:

No 21 Bella-Tola No 30 L'En Darrey No 44 Paneyrosse

3) Allongement de la langue,, dû à la neige d'avalanches accumulée pendant l'exercice devant le front:

No 48 Prapio

4) Allongement de la langue par une couverture neigeuse qui s'est formée pendant l'exercice:

No 45 Grand Plan Névé No 47 Sex Rouge No 80 Glärnisch

Parmi les 31 glaciers en crue, les 16 suivants avancent depuis au moins trois ans; ce sont

depuis 16 ans: Fee nord

depuis 9 ans: Trient

depuis 8 ans: Grindelwald supérieur

depuis 6 ans: Giétro, Rosenlaui et Sulz

depuis 5 ans: Allalin, Gamchi, Rotfirn et Cambrena

depuis 4 ans: Boveyre, Saleina et Eiger

depuis 3 ans: Valsorey, Chelen et Tschierva.

Toutes ces langues doivent se trouver dans une phase d'extension véritable, et il convient de rechercher la cause pour chacune d'elles dans leur temps de réponse au passé climatique récent. La crue des glaciers de Fee et d'Allalin a été déclenchée par suite d'événements qui les ont privés de leur extrémité. En effet, la langue terminale nord du glacier de Fee a été recouverte en 1954 par un éboulement de rochers; celle du glacier d'Allalin s'est effondrée le 30 août 1965. Les deux glaciers tendent dès lors à recouvrer le terrain perdu. En automne 1970, le glacier d'Allalin s'avançait à peu près aussi loin qu'avant la chute; la crue de 1969/70 comportant 173.2 mètres est particulièrement imposante. Au glacier supérieur de Grindelwald, l'avance est de 100 mètres. A l'Allalin, la progression provient du fait que la langue terminale s'est soudée aux cônes de débris qui se sont accumulés sur les vires devant le front. Le glacier supérieur de Grindelwald a passé la gorge étroite et commence à s'élargir dans le vaste fond du vallon.

Tableau 5. Variations de longueur des glaciers 1967/1968 à 1969/70; Récapitulation.

		1967/68	1968/69	1969/70
Réseau d'observation	Nombre de glaciers	105	105	105
Non observés	Nombre de glaciers	6	0	7 [1]
Observés	Nombre de glaciers	99	105	98
Incertains	Nombre de glaciers	1	2	0
En régime connu	Nombre (%)	98 (100.0)	103 (100.0)	98 (100.0)
En crue	Nombre (%)	35 (35.7)	28 (27.2)	31 [2] (31.6)
Stationnaires	Nombre (%)	6 (6.1)	6 (5.8)	6 [3] (6.1)
En décrue	Nombre (%)	57 (58.2)	69 (67.0)	61 [4] (62.3)
Variation moyenne de	Mètres/glacier	- 0.35	- 7.18	- 1.26
longueur	(nombre)	(89)	(92)	(89) [5]

Remarques: Les notes 1 à 5 se réfèrent aux glaciers qui (au tableau 6) ont les numéros suivantes:

1) 46 52 72 73 75 89 91

2) 2 11 13 21 23 30 33 37 39 41 42 43 44 45 47 48 53 56 57 59 61 64 68 69 71 77 79 80 93 99 100

3) 1 6 25 40 81 96

4) 3 4 5 7 8 9 10 12 14 15 16 17 18 19 20 22 24 26 27 28 29 31 32 34 35 36 38 49 50 51 54 55 58 60 62 63 65 66 67 70 74 76 78 82 83 84 85 86 87 88 90 92 94 95 97 98 101 102 103 104 105

5) Pour le calcul de la variation moyenne de longueur, on n'a pas tenu compte des résultats de 9 glaciers. Ils ont été éliminés pour les raisons suivantes:

Contact avec un lac d'accumulation: 3 50 51

Valeur pour 15 ans: 44

Non chiffré: 49 55 56 58 64

Les 5 fronts glaciaires suivantes ont été incorporés récemment dans le réseau d'observation: Mittelaletsch (coodonnées 647.6/143.2 km, variations de la position du front 1969/70 -x, altitude 2225 m s.m.), Alpetli/Kanderfirn (625.4/145.7 , -4.0, 2245), Ammerten (607.4/141.5, st., 2345 ca.), Plattalva)718.8/188.5, -0.4, 2548) et Val Torta (684.5/147.5, -, 2490).

La représentation graphique "Variations de la position des fronts de glaciers dans les Alpes suisses" donne une vue d'ensemble des variations survenues depuis 80 ans. Les bâtonnets au bas du tableau indiquent pour chaque année, de 1891/92 à 1969/70, le nombre de glaciers contrôles. Dans la partie supérieure, la surface hachurée représente la portion du nombre de glaciers en crue en pour-cent du nombre total de glaciers; la surface pointillée, les glaciers en décrue, avec échelle de haut en bas. La surface claire entre les deux plages comprend les glaciers restés stationnaires. On reconnaît très nettement la période de crue d'avant 1920 pendant laquelle presque les 3/4 des glaciers contrôlés ont progressé, et l'année extréme de 1946/47 où on n'a signalé pas un seul glacier en crue.

Depuis 1964/65, 23 à 38 % des glaciers sont de nouveau en crue; il est difficile de dire ce qui se passera ces prochaines années.

Illustration 2

Variations de la position des fronts de glacier dans les Alpes Suisses
1891/92 - 1969/70

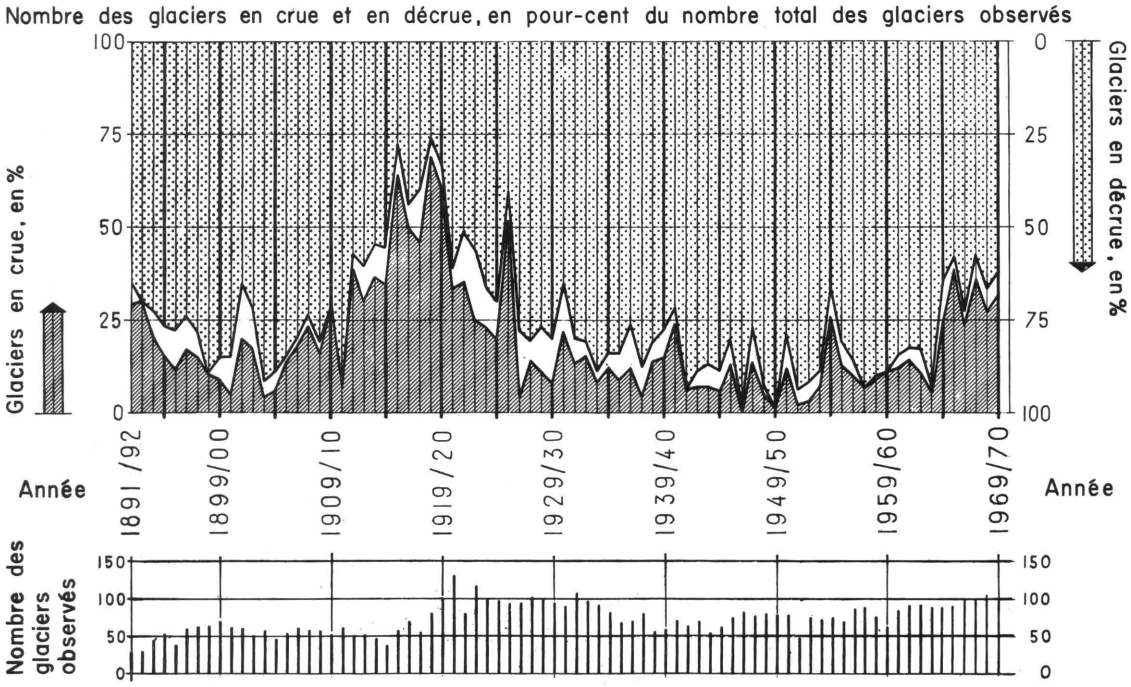


Tableau 6. Variations de longueur des glaciers 1968/69 et 1969/70

No	Glacier	Ct.	Variations en mètres 1968/69	1969/70	m s.m. 1970	Date de l'observation 1968	1969	1970
a		b	c	c	d			
	Bassin du Rhône (II)							
1e	Rhone	VS	+ 6.3	+ 0.5	2125 (65)	15. 9.	21. 9.	20. 9.
2e	Mutt	VS	+ 1.9	+ 2.0	2626 (68)	16. 9.	21. 9.	27. 8.
3e	Gries (Aegina)	VS	- 17.8	- 25.5	2373	12.10.	17.10.	18.10
4e	Fiescher	VS	- 23.1	- 11.2	1643.5	14. 9.	12. 9.	10. 9.
5e	Grosser Aletsch	VS	- 16.4	- 25.2	1503.2	15. 9.	13. 9.	11. 9.
6e	Oberaletsch	VS	- 5.2	st.	2129.4	3.10.	17. 9.	12. 9.
7	Kaltwasser	VS	- 6.0	- 10.0	2650 (68)	18.10.	6.10.	15.10.
8e	Tälliboden	VS	st.	- 2.7	2629.6	30. 9.	29. 9.	25. 9.
9e	Ofental	VS	st.	- 9.3	2628	30. 9.	30. 9.	28. 9.
10e	Schwarzberg	VS	+ 0.9	- 5.1	2660	1.10.	26. 9.	29. 9.
11e	Allalin	VS	+ 16.4	+173.2	2325	13. 9.	19. 8.	24. 9.
12	Kessjen	VS	+ 0.8	- 6.1	2849.0	25. 9.	23. 9.	22. 9.
13e	Fee (Nordzunge)	VS	+ 10.0	+ 20.8	2033	14.10.	17.10.	27.10.
14	Gorner	VS	- 33.2	- 18.3	2057.5	11.10.	15.10.	23.10.
15e	Z'Mutt	VS	- 19.4	- 19.0	2231	26. 8.	20. 8.	25. 8.
16	Findelen	VS	+ 3.0	- 4.0	2482.2(61)	19. 9.	11.10.	12.10.
17	Ried	VS	- 15.5	- 4.8	2044	2.10.	1.10.	30. 9.
18e	Lang	VS	- 14.0	- 17.0	2010 (61)	24.10.	24.10.	25.10.
19e	Turtmann-West	VS	- 5.8	- 7.8	2262 (68)	14. 9.	17.10.	26. 9.
20e	Turtmann-Ost (Brunegg)	VS	+ 10.8	- 21.2	2456	14. 9.	17.10.	26. 9.
21e	Bella Tola	VS	- 2.4	+ 3.9	2763 (67)	18. 9.	16.10.	30. 9.
22	Zinal	VS	- 29.0	- 1.0	1995	14. 9.	7.10.	7.10.
23	Moming	VS	+ 15.0 ca	+ 15.0	2315	14. 9.	7.10.	7.10.
24	Moiry	VS	- 17.0	- 3.0	2438 (67)	11.10.	26. 9.	9.10.
25e	Ferpècle	VS	- 2.1	- 0.4	1990 (57)	26.10.	13.10.	7.10.
26e	Mont Miné	VS	- 4.0	- 7.0	1965 (55)	26.10.	13.10.	7.10.
27	Bas d'Arolla	VS	- 2.0	- 3.0	2130 (59)	10.10.	25. 9.	28. 9.
28	Tsidjiore Nouve	VS	- 2.0	- 2.0	2251 (59)	10.10.	25. 9.	28. 9.
29	Cheillon	VS	- 8.7	- 8.5	2620 (64)	4.10.	4.10.	10.10.
30e	L'En Darrey	VS	- 2.3	+ 16.0	2445 (61)	5.10.	3.10.	9.10.
31	Grand Désert	VS	- 17.5 (2a)	- 20.0	2800 (64)	n	25. 9.	26. 9.
32	Mont Fort	VS	- 1.0 (2a)	- 2.0	2740 (67)	n	25. 9.	5.10.
33	Tsanfleuron	VS	- 16.0	+ 6.0	2420 (61)	19.10.	25. 9.	10.10.
34e	Otemma	VS	- 60.0	- 66.5	2408 (63)	28. 9.	27. 9.	27. 9.
35e	Mont Durand	VS	-107.0	- 2.0	2265 (60)	28. 9.	27. 9.	26. 9.
36e	Breney	VS	- 10.3	- 30.0	2570 (65)	28. 9.	27. 9.	26. 9.
37e	Giétro	VS	+ 6.2	+ 8.6	2496	13. 9.	12. 9.	7. 9.
38	Corbassière	VS	- 3.0	- 9.0	2189	19. 9.	16.10.	15.10.
39e	Valsorey	VS	+ 10.0	+ 8.0	2395	15.10.	9.10.	13.10.
40	Tseudet	VS	- 24.0	st.	2422	15.10.	9.10.	13.10.
41e	Boveyre	VS	+ 1.5	+ 14.0	2606	16.10.	9.10.	13.10.
42e	Saleina	VS	+ 6.5	+ 7.5	1735.5	17.10.	7.10.	13.10.
43e	Trient	VS	+ 15.1	+ 25.0	1770	21.10.	12.10.	31.10.
44e	Paneirosse	VD	- x (11a)	+ 25.8(15a)	-	n	20. 8.	14.10.
45e	Grand Plan Névé	VD	- 1.0	+ 27.1	2345 (63)	3.10.	2.10.	15.10.
46e	Martinets	VD	?	n	-	n	29. 9.	n
47e	Sex Rouge	VD	st.	+ 6.2	2660 ca	7.11.	15.10.	2. 8.
48e	Prapio	VD	- x	+ 13.3	2387	1.11.	15.10.	2. 8.
49e	Pierredar	VD	st.	- x	2415	1.11.	11. 9.	9. 9.

Tableau 6. suite

No	Glacier	Ct.	Variations en mètres 1968/69	1969/70	m s.m. 1970	Date de l'observation 1968	1969	1970
a		b	c	c	d			
	Bassin de l'Aar (Ia)							
50e	Oberaar	BE	- 13.7	- 18.8	2296.0	30. 7.	23. 9.	18. 9.
51e	Unteraar	BE	- 12.7	- 7.0	1908.0	1. 8.	23. 9.	18. 9.
52	Gauli	BE	- 7.0	n	-	24. 9.	15. 9.	n
53e	Stein	BE	+ 0.8	+ 7.0	1938 ca	28. 9.	20. 9.	19. 9.
54e	Steinlimmi	BE	- 5.0	- 0.8	2092	28. 9.	20. 9.	19. 9.
55e	Trift	BE	- x?	- x	1650 (67)	n	12. 9.	18. 9.
56e	Rosenlaui	BE	+ 7.0	+ x	1900 ca	27. 9.	4.10.	26. 8.
57e	Oberer Grindelwald	BE	+ 60.0	+100.0ca	?	7.10.	19.10.	30.10.
58e	Unterer Grindelwald	BE	st	- x	-	18.10.	21.10.	30.10.
59e	Eiger	BE	+ 10.0	+ 10.0ca	2050 ca	8. 9.	18. 9.	27. 8.
60e	Tschingel	BE	- 3.5	- 6.0ca	2170 ca	20. 9.	13. 9.	19. 9.
61e	Gamchi	BE	+ 4.5ca	+ 10.2	1990	28. 9.	11.10.	19. 9.
62e	Schwarz	BE	- 1.0	- 1.1	2220	20. 9.	3.10.	8.10.
63e	Lämmern	BE	- 13.0	- 13.0	2490	21. 9.	4.10.	9.10.
64e	Blümlisalp	BE	+ x	+ x	-	27. 9.	11. 9.	21. 9.
65	Rätzli	BE	- 7.3	- 3.1	2316	4.10.	29. 9.	17.10.
	Bassin de la Reuss (Ib)							
66e	Tiefen	UR	- 12.8	- 9.5	2492	13.10.	27. 9.	20. 9.
67e	St. Anna	UR	+ 12.7	- 21.0	2592	25.10.	24. 9.	25. 9.
68e	Chelen	UR	+ 17.0	+ 9.3	2131	25.10.	26. 9.	21. 9.
69e	Rotfirn	UR	+ 9.0	+ 3.5	2031	25.10.	26. 9.	21. 9.
70e	Damma	UR	0.0	- 10.2	2044	27. 9.	28. 9.	16. 9.
71e	Wallenbur	UR	- 5.8	+ 2.0	2240	20. 9.	30. 9.	28. 9.
72	Brunni	UR	- 7.3	n	-	22.10.	2.10.	n
73	Hüfi	UR	- 86.0	n	-	22.10.	28. 9.	n
74e	Griess (Unterschächen)	UR	- 16.0	- 2.0	2208	11. 9.	2.10.	27. 8.
75	Firnälpli	OW	- 13.0	n	-	28. 9.	24. 9.	n
76e	Griessen (Obwalden)	OW	- 6.0	- 12.0	2500 ca	21.10.	23. 9.	23. 9.
	Bassin de la Limmat (Ic)							
77e	Biferten	GL	- 0.9	+ 3.8	1955.4	14.10.	29. 9.	26. 9.
78e	Limmern	GL	- 8.0	- 0.6	2236.2	11. 9.	7. 9.	2. 9.
79e	Sulz	GL	+ 1.5	+ 1.7	1800	22.10.	1.10.	14.10.
80e	Glärnisch	GL	- 5.8	+ 1.3	2288	12.10.	25. 9.	28. 9.
81e	Pizol	SG	- 6.6	st.	2500	11.10.	25. 9.	13.10.
	Bassin du Rhin (Id)							
82e	Lavaz	GR	- 36.8	- 10.2	-	5.10.	26. 9.	28. 9.
83	Punteglias	GR	- 5.8	- 8.2	2330	14. 9.	20. 9.	19. 9.
84e	Lenta	GR	- 7.2	- 24.0	2275	9.10.	8.10.	30. 9.
85e	Vorab	GR	+ 78.0 (5a)	- 15.5	-	21.10.	16. 9.	30. 9.
86e	Paradies	GR	- 10.0	- 14.0	2358	21.10.	4.10.	25. 9.
87e	Suretta	GR	- 38.0	- 27.0	2205.1	22.10.	23. 9.	7.10.
88e	Porchabella	GR	- 17.5	- 10.5	2586	5.10.	24. 9.	24. 9.
89	Verstankla	GR	- 8.5	n	-	22.10.	22. 9.	n
90e	Silvretta	GR	- 12.6	- 4.0	2450	27. 9.	27. 9.	24. 9.
91	Sardona	SG	- 1.0	n	-	30. 9.	26. 9.	n

Tableau 6. suite

No a	Glacier	Ct. b	Variations en mètres 1968/69 c	1969/70 c	m s.m. 1970 d	Date de l'observation 1968	1969	1970
	Bassin de l'Inn (V)							
92e	Roseg	GR	- 30.7	- 17.5	2170	9.10.	18.10.	15.10.
93e	Tschierva	GR	+ 16.9	+ 15.5	2160	9.10.	18.10.	15.10.
94e	Morteratsch	GR	- 8.2	- 24.0	2000	8.10.	10.10.	14.10.
95e	Calderas	GR	- 12.3	- 15.5	2670	19.10.	13.10.	18.10.
96e	Tiatscha	GR	- 2.0	st.	-	6.10.	14. 9.	21.10.
97e	Sesvenna	GR	- 17.8	- 6.7	2742	25.10.	8.10.	21. 9.
98e	Lischana	GR	- 20.4	- 3.3	2800	23.10.	10.10.	25. 9.
	Bassin de l'Adda (IV)							
99e	Cambrena	GR	+ 1.0	+ 6.5	2494	6.10.	21. 9.	20. 9.
100e	Palü	GR	- 3.7 (2a)	+ 18.5	2360 ca	n	6.10.	30. 9.
101e	Paradisino	GR	- 2.0	- 4.0	2805	27. 8.	26. 8.	19.10
102e	Forno	GR	- 35.2	- 27.3	2210	18.10.	20.10.	16.10.
	Bassin du Tessin (III)							
103e	Bresciana	TI	- 1.4 ca	- 33.0	2570 (67)	17.10.	14.10.	29.10.
104e	Basodino	TI	+ 2.0	- 3.6	2520 (69)	13.10.	2.10.	13.10.
105e	Rossboden	VS	- 3.0	- 4.7	1945 (69)	10.10.	8.10.	12.10.

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 1963/64

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'année comme il 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 il suit:
Exemple: 2220 (58) = altitude de 2220 mètres sur mer déterminée en 1958

e Cf. note explicative avec le numéro de ce glacier.

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 6.

1 Rhone. Le glacier doit être considéré comme stationnaire, car des éboulements dégarnissent des zones rocheuses jusqu'ici recouvertes de glace, mais en recouvrent d'autres par des amas de glacier régénérée. A l'état actuel les éboulements sont dûs en partie à l'abandon de certain points d'appui par recul, en partie à l'épaississement de la glace, qui rend les points d'appui insuffisants. (P. Mercier). - Vol photogrammétrique par L+T en 18.9.70. (Auteur).

2 Mutt. Avance faible, mais nette car marquée par une petite moraine frontale. (P. Mercier).

3 Gries. Lors de la mensuration trigonométrique, la paroi frontale était plus qu'à demi noyée; son recul est dû essentiellement à la fusion par l'eau du lac. Du 17.10.69 au 16.6.70, c'est à dire pendant la période où la fonte par l'eau du lac ne contrebalancait que faiblemant l'avance du glacier, la langue terminale n'a reculé que de 2.7 m contre 5.1 m dans la période correspondante de l'année précédente. (VAW - H. Siegenthaler).

4 Fiescher. La cote indiquée se rapporte au niveau de l'eau dans le portail glaciaire. (VAW - H. Widmer).

5 Aletsch. La cote indiquée se rapporte au niveau de l'eau dans le portail glaciaire. (VAW - H. Widmer). - Vol photogrammétrique par L+T le 21.9.70. (Auteur).

6 Oberaletsch. La cote indiquée se rapporte au niveau de l'eau dans le portail glaciaire. (VAW - H. Widmer).

8 Tälliboden. La langue terminale a été mesurée pour la première fois par tachymétrie. La variation moyenne de longueur depuis l'automne 1968 a été déterminée par planimétrie. Comme la langue est restée enneigée l'année précédente (elle fut considérée comme stationnaire dans le dernier rapport), le recul constaté se rapporte entièrement à la période du présent rapport. (VAW - H. Widmer).

9 Ofental. La cote indiquée se rapporte au point le plus bas de la langue. L'extrémité du glacier a été mesurée pour la première fois par voie tachymétrique. La variation moyenne de longueur depuis l'automne a été déterminée par planimétrie. Comme la langue est restée enneigée l'année précédente (elle fut considérée comme stationnaire dans le dernier rapport), le recul constaté se rapporte entièrement à la période du présent rapport. (VAW - H. Widmer).

10 Schwarzberg. La cote indiquée se rapporte au portail nord. La masse de glace morte a reculé par fusion dans le même période de 13.9 m. (VAW - H. Widmer).

11 Allalin. En se basant sur la restitution des relevés photogrammétriques, on a déterminé la variation de longueur par planimétrie. La largeur de la bande jusqu'ici considérée (280 m dans la partie moyenne de la langue) a été réduite de moitié. Les valeurs nouvelles de la variation moyenne annuelle et de la variation totale depuis 1954 calculées sur cette base sont résumées dans le tableau suivant. Voir aussi le plan "Positions de la langue du glacier d'Allalin" (fig.3).

A l'encontre de l'année précédente, la période de "surge" de la partie terminale de la langue, c'est-à-dire la période d'écoulement trés rapide par rapport à la vitesse normale du glacier fut de longue durée (juillet à décembre) et par conséquent le nombre de petits effondrements de glace fut spécialement grand. Cela explique l'avance du front glaciaire jusqu'aux cônes de débris en avant du glacier qui furent partiellement recouverts et de la sorte réactivés. Le bord du glacier se trouvait le 24.10.70 un peu en arrière de la position donnée par les photogrammes en juillet 1954 pour la partie moyenne de la langue, notablement en avant sur les côtés (cf. fig. 3). Ainsi le glacier a atteint en cinq ans la même limite qu'avant le grand éboulement glaciaire du 30.8.65. (VAW - H. Widmer).

Vol photogrammétrique par V+D les 7.7., 25.8., 7.9. et 5.11.70. (Auteur).

Année	Valeurs obtenues par mensuration trigonométrique de l'extrémité du glacier (publié)		Valeurs tirées de relevés photogrammétriques sur une bande de 140 m de largeur et calculées par planimétrie (nouvelles valeurs)		Date des mesures ou prises de vues
	Variation annuelle	Variation globale depuis 1954	Variation annuelle	Variation globale depuis1954	
					7.-10.7.54
1954/55	+ 15.0	+ 15.0	+ 12.7 (1	+ 12.7 (1	24. 9.55
1955/56	- 21.0	- 6.0	- 24.3 (1	- 11.6 (1	6. 9.56
1956/57	+ 17.5	+ 11.5	+ 14.8 (1	+ 3.2 (1	29. 9.57
1957/58	+ 2.0	+ 13.5	+ 1.7 (1	+ 4.9 (1	8.10.58
1958/59	+ 2.0	+ 15.5	+ 1.7 (1	+ 6.6 (1	3.10.59
1959/60	- 25.0	- 9.5	- 28.9 (1	- 22.3 (1	25. 9.60
1960/61	+ 41.1	+ 31.6	+ 34.7 (1	+ 12.4 (1	13.10.61
1961/62	- 10.5	+ 21.1	- 12.1 (1	+ 0.3 (1	28. 9.62
1962/63	+ 7.3	+ 28.4	+ 6.2 (1	+ 6.5 (1	12.10.63
1963/64	- 20.1	+ 8.3	- 23.3 (1	- 16.8 (1	4.10.64
1964/65	-219.5 (3	-211.2 (3	-399.4 (2	-416.2 (2	4. 9.65
			-303.0 (3	-319.8 (3	4.10.65
1965/66	+ 7.7 (3	-203.5 (3	+100.7 (2	-219.1 (2	19. 9.66
1966/67	+ 10.9	-192.6	+ 4.3 (3	-315.5 (3	19. 9.66
1967/68	+ 93.1	- 99.5	+ 8.6	-306.9	26. 9.67
1968/69	+ 16.4	- 83.1	+108.6	-198.3	13. 9.68
1969/70	+144.0	+ 60.9	+ 11.5	-186.8	19. 8.69
			+173.2	- 13.2	24. 9.70

(1 Valeurs interpolées
(2 Avec l'état du glacier du 4.9.65
(3 Avec l'état du glacier du 4.10.65.

13 Fee. (Langue nord). Vol photogrammétrique par L+T le 29.9.70. (Auteur).
Complément au rapport précédent: vol Photogrammétrique par L+T le 23.9.69. (Auteur).

15 Z'Mutt. Le front mesuré a diminué au N d'une longueur de 50 m, la rive droite du torrent ne contenant plus que des lambeaux de glace morte presqu'entièrement dissimulée sous une épaisse moraine. En tenant compte de cette zone, le recul moyen est de 19.2 m (18.8 m sans en tenir compte). Cote du portail glaciaire 2242 m, cote du point le plus bas du front 2231 m.(P. Mercier).

18 Lang. Vol photogrammétrique par L+T le 21.9.70. (Auteur).

19 Tourtemagne-ouest. Le résultat de la mesure à partir du point de base 1 (+ 51.7 m par amas de neige de névé) n'a pas été pris en considération pour le calcul de la variation moyenne de longueur. (A. Tscherrig).

20 Brunnegg. On ne peut plus mesurer avec une précision suffisante la variation de longueur de la langue par une mesure effectuée à partir d'un seul point de base. (A. Tscherrig).

21 Bella Tola. Les fortes quantités de neige de l'hiver écoulé et le printemps tardif ont produit une légère avance du glacier. (A. Tscherrig). - Vol photogrammétrique par L+T le 29.9.70. (Auteur).

25 Ferpècle. La variation mesurée (-0.4 m) est de nouveau notablement plus petite que les valeurs des années précédentes:

1962/63 à 1963-66	- 205 m - 23.2 m (total) (-7.7 m/an)	1966/67 1967/68 1968/69	- 4.5 m - 2.7 m - 2.1 m

En regard de cette évolution et sur la base de photos prises par P.A. Wenger le jour de la mesure, nous considérons la langue comme actuellement stationaire. (Auteur).

26 Mont Miné. Le lac subsiste toujours devant le glacier. Le front du glacier n'est pas net. (P.A. Wenger).

30 L'En Darrey. Névé recouvrant la langue du glacier. (Vanney).

34 Otemma. Une nouvelle rupture du front près du portail (dans la ligne de visée du repère 2/62) est le cause d'un recul important de la partie centrale du front. Le fenêtre qui se trouvait derrière le portail et par laquelle on voyait le torrent glaciaire s'étant encore élargie le pont de glace formant le portail en 1969 a complètement disparu. Maintenant le glacier pré - sente un front plus cohérent dont l'épaisseur considérable devrait entrainer une atténuation du recul ces prochaines années. (J.L. Blanc). - Vol photogrammétrique par V+D le 25.8.70. (Auteur).

35 Mont Durand. Après le fort recul constaté en 1969 dû à la rupture du front, le glacier a atteint un nouvel équilibre. (J.L. Blanc).

36 Breney. Le lobe droit du front, recouvert de pierraille, recule lentement, tandis que le lobe gauche, dénudé, recule et s'affaisse rapidement. Il s'ensuit un décalage toujours plus important entre les 2 parties du front. (J.L. Blanc).

37 Giétro. Vol photogrammétrique par V+D le 7.9.70. Restitution des clichés par le bureau H. Leupin à Berne. Lors de la planimétrie de la langue, il apparut que la variation moyenne de longueur indiquée dans la 90ème rapport doit être corrigée: 6.2 m au lieu de 3.6 m. (VAW - M. Aellen).

39 Valsorey. Le glacier avance régulièrement et cette année son volume a nettement augmenté. (M. May).

41 Boveyre. Contrairement à mes prévisions antérieures, ce glacier est en réelle crue. On constate maintenant avec certitude une augmentation de volume. (M. May).

42 Saleina. On a maintenant constaté avec certitude que l'avance du glacier est accompagnée d'une augmentation de volume, du moins dans la partie terminale de la langue. (M. May).

43 Trient. L'épaississement et le bombement frontal s'accentuent. La moraine frontale s'amplifie. 2 Blocs repérés au front du glacier en 1963 ont dès lors été déplacés par la poussée continuelle de la glace sur une distance de 140 m environ vers l'aval. (P. Mercier).

44 Paneirosse. Crue importante des névés en 1969/70. (J.P. Marlétaz).

45 Grand Plan Névé. Sur 4 des 6 lignes mesurées le bord de la glace est recouvert par les névés de l'hiver 1969/70. (J.P. Marlétaz).

46 Martinets. Comme le front glaciaire est complètement recouvert de débris morainiques, les mesures sont suspendues. (Auteur).

47 Sex Rouge. L'enneigement très abondant de l'hiver 69/70 a provoqué une avance certaine. Mais les mesures ayant été faites au début du mois d'août, il est possible que l'avance constatée alors ait été pratiquement annulée jusqu'en mois d'octobre. (J.P. Bezençon). - Vol photogram- métrique par L+T le 9.9.70. La comparaison des vols photogrammétriques des 29.9.69 et 9.9.70 confirme que le glacier a crû (Auteur).

48 Prapio. L'enneigement abondant de l'hiver 69/70 persiste pendant tout l'été. Un épais amas de neige durcie, pratiquement transformée en glace (déposée par les avalanches tombées du Sex Rouge - red.) occupe le couloir jusqu'à l'étranglement inférieur. A la date des mesures (2.8.) l'avance est évidente mais éventuellement sera plus ou moins annulée jusqu'au mois d'octobre. Le glacier est très peu ouvert de même que les rimayes. (J.P. Bezençon). - Les vols photo - grammétriques exécutés par L+T les 29.9.69 et 9.9.70 montrent que les cônes d'avalanches qui couvrent le front du glacier ont augmenté de volume tandis que les bords visibles du glacier situés dans la partie supérieure du couloir n'ont guère changé. (Auteur).

49 Pierredar. Vol photogrammétrique par L+T le 9.9.70. Le bureau Vetterli à Fribourg, comme l'an passé, a dressé 4 profils en long par photogrammétrie qui montrent clairement que le glacier a augmenté d'epaisseur de quelques mètres par suite des fortes chutes de neige de l'hiver 1969/70 et que le front d'écroulement a progressé quelque peu dans sa partie centrale. La moitié orien- tale de la langue était recouverte de neige lors du contrôle; la moitié occidentale, régénérée était recouverte de débris de glace déjà ancienne, sauf dans la partie supérieure où se voyaient

les traces d'un écroulement récent. Le bord de la glace situé sur la vire rocheuse où se trouvent les repères a reculé de quelques mètres depuis l'an dernier. La cote du portail résulte du cliché photogrammétrique; elle vaut également pour l'année précédente et remplcace la valeur alors indiquée (2400 m). Le 11.9.69, le point le plus bas de la langue (2411 m) se trouvait encore à peu près au milieu du **seuil** rocheux, à l'endroit où cette année le bord de la glace avait le plus reculé. (VAW - M. Aellen.)

50 Oberaar. Le lac a atteint le 17 août 1970 la partie la plus basse du glacier à la cote 2296 m (d'après une observation de O. Lucek, KWO). Pendant la période du niveau maximum du lac du 8 septembre au 12 octobre 1970, la paroi de glace était noyée sur 7 m environ; le niveau de l'eau s'abaissa au-dessous de la glace le 3 décembre 1970. En été 1970 l'eau du lac était donc en contact avec le front glaciaire pendant 108 jours. En raison de la longue durée de ce contact en automne 1969 et en été 1970 (jusqu'au contrôle du 18.9.), un recul relativement grand de 18.8 m s'est produit en 360 jours. Le plus fort recul d'environ 30 m fut mesuré depuis le milieu du glacier vers le bord gauche sur une largeur d'environ 80 m; les autres parties de la langue ont fondu de 8 à 15 m façon assez uniform. La surface glaciaire perdue s'élève à 7100 m^2 et le volume à 149 000 m^3. L'altitude moyenne du bord supérieur est de 2322 m, soit 1.7 m plus basse que l'année précédente. (A. Flotron pour les Forces motrices de l'Oberhasli SA).

51 Unteraar. Par rapport au contrôle de 1969, la langue glaciaire a perdu en 360 jours une surface de 4010 m^2. Au bord gauche recouvert de moraine, on constate une avance de 20 m due probablement aux écroulements du front. Au milieu, le recul da 15 à 20 m est assez uniform, et-dans le tiers droit it est d'environ 5 m. La perte de substance se traduit par le déplacement suivant des isohypses:

Isohypses	Déplacement
1910 m	- 17 m
1920 m	- 13 m
1930 m	- 13 m
1940 m	- 18 m
1950 m	- 15 m
1960 m	- 19 m

La pente moyenne de la langue ne s'est donc pas modifiée. Le 29 août 1969 le niveau du lac atteignait la base de la glace; le 6 septembre 1969, au moment du maximum de retenue, cette glace était noyée dans 1.5 m d'eau sur une longueur d'environ 100 m. Le 20 septembre 1969 le lac avait tellement baissé qu'il ne touchait plus le glacier.

En 1970, le niveau du lac avait déjà atteint le 8 août la cote de 1908 m et se trouvait à la base du front. Le maximum de retenue se maintint du 12 août au 20 octobre à la cote de 1908.7m avec de faibles variations; à ce moment la glace était de 0.4 à 0.7 m sous l'eau sur environ 80 m. La perte de substance jusqu'à la ligne de coordonnées 663 km et mesurée par le recul des isohypses a été de 325 000 m^3.

Les points les plus bas du front se trouvent à 1908.0 m. (A. Flotron pour les Forces motrices de l'Oberhasli SA).

53 Stein. Vol photogrammétrique par L+T le 27.8.70. (Auteur).

54 Steinlimmi. La nouvelle mesure de l'ablation par 7 balises aux endroits identiques à ceux de l'année précédente a donné pour le période du 3.11.69 au 18.10.70 la valeur moyenne de 3.43 m (max. 3.84 m, min. 2,89 m). La moyenne annuelle pour 1970 a été fixée à 3.28 m (1969: 4.86 m). Les vitesses moyennes à l'extrémité de la langue pour la période du 3.11.69 au 12.7.70 (272 j.): 2.68 cm/j; du 12.7. au 2.8.70 (21 j.): 6.67 cm/j;,du 2. au 7.8.70 (5 j.): 8.00 cm/j; du 7.8. au 18.10.70 (72 j.): 3.55 cm/j. (R. Haefeli). - Vol photogrammétrique par L+T le 27.8.70 (Auteur).

55 Trift. Vol photogrammétrique par L+T le 18.9.70. L'éxtrémité est inaccessible et n'a pu être mesurée au sol depuis 1967. Grâce aux clichés aériens, on peut présenter la situation comme suit: la langue en forme de massue se trouve dans une dépression de 1 km de largeur et deux fois plus longue, barrée à l'aval par un seuil rocheux massif de la Windegg et de la Drosiegg; le glacier se termine par une prolongation en forme de bec de la langue dans la gorge profonde qui coupe le seuil. Pendant l'année écoulée, ce lobe encastré dans la gorge a été allongé il est vrai par quelques mètres de neige accumulée, mais il a diminué en largeur et en épaisseur. Le long de la Windegg le bord du glacier a aussi fondu. (Auteur).

56 Rosenlaui. On constate depuis le dernier contrôle un recul de 2 m sur la seule ligne de mesure contrôlable. A l'ouest, dans le creux au pied du Nebelhorn, le glacier a progressé de 5 à 10 m et s'écroule par fragments par-dessus la pente rocheuse polie (H. Vogt). - Vol photogrammétrique par L+T le 21.9.70. Les clichés aériens confriment le fait que depuis le dernière prise de vues du 12.9.69 le glacier a progressé dans la même mesure que les années précédentes.(Auteur).

57 Grindelwald supérieur. En été 1970 il y avait déjà deux ruisseaux délavant par-dessus le Nollen. Au début de l'été il fallu déplacer l'escalier de bois d'environ 50 m en direction du sud-ouest pour éviter d'éventuelles chutes de séracs qui d'ailleurs se sont produites. Du sommet du Nollen le paysage a complétement changé: toutes les arêtes rocheuses qui jusqu'ici limitaient et maintenaient la masse de glace du côté nord et nord-ouest ont été submergées, ce qui a entrainé la disparition de la plupart des points de repère photographiques. En regardant le glacier du haut du Nollen, on constate une division de la langue en trois parties: l'une d'entre elles au pied du Wetterhorn se sépare de la partie centrale qui s'apprête à submerger le Nollen et qui est séparée par une longue crevasse de la masse principale qui s'écoule dans la gorge. Là l'avance est considérable et je pense que l'estimation de 100 m est plutôt trop faible. J'ai été surpris de voir combien les mesures des 4.7 et 30.10 étaient peu différentes (moins d'un mètre sur les trois lignes de visée); la fonte intense de l'été ainsi qu'un important écroulement de la petite langue (au point de mesure 1) en sont la cause. L'épaisseur de la glace a de nouveau notablement augmenté; le glacier présente à nouveau un aspect imposant, même depuis le village. (V. Boss). - Vol photogrammétrique par L+T le 13.8.70. La cabane Hüttli mentionnée dans le rapport précédent a été détruite dans l'hiver 1969/70 par une avalanche de neige et de glace qui pénétra dans la forêt en y causant d'importants dégâts. (Auteur).

58 Grindelwald inférieur. Comme les années précédentes, ce sont les photos de Hans Boss prises de points déterminés qui permettent de juger des variations de longueur. Victor Boss nous a fait savoir que dans la gorge la langue a continué, quoique faiblement, à se retirer; par contre les glaciers latéraux du côté de Schlosslauenen, Kalli et Heisse Platte ont nettement augmenté de volume. Vol photogrammétrique par L+T le 6.8.79.(Auteur).

59 Eiger. Une nouvelle base de mesure parallèle à l'ancienne a été installée à l'ouest et à 75 m de distance; elle s'appuie sur les deux plaques permanentes placées comme repères par H. Rutishauser en 1969, et c'est à partir de là que fut mesurée la langue glaciaire le 28.9.70. Le glacier a dépassé l'ancienne ligne (sauf en E); une mesure exacte ne fut donc pas possible. Les chutes fréquentes de séracs sur une distance frontale d'environ 300 m du côté du Guggi font supposer une avance du glacier en cet endroit. On a marqué 5 points à proximité immédiate de la moraine frontale récemment déplacée, en vue de déterminer son mouvement. (R. Schwammberger). - M. Zurbuchen et H. Rutishauser ont pris des vues photogrammétriques terrestres de la langue le 7.9.70 dans le cadre d'un cours de topographie de l'université de Berne. (Auteur).

60 Tschingel. Au point A le glacier s'écarte toujours plus du rocher en place, de sorte qu'une mesure devient incertaine. De ce côté (orographiquement à droite) le recul de la langue est plus prononcé que de l'autre côté où les conditions n'ont pas changé depuis l'année précédente et où l'on peut encore facilement déterminer la position du bord. Au glacier du Breitlauenen, plus à l'est, les conditions n'ont pas non plus changé; selon toute vraisemblance, l'avance s'affirme car les chutes de séracs, même par beau temps, du front abrupt sont fréquentes. (R. Schwammberger).

61 Gamchi. Le glacier présente son avance la plus forte depuis plusieurs années. La langue pousse devant elle une masse de débris morainiques de sorte qu'il est difficile de déterminer son extrémité. Il a fallu reculer le point d de 10 m sur l'ancienne ligne de 220 m pour éviter qu'il soit déplacé par la glace. (F. Zurbrügg). - Vol photogrammétrique par L+T le 21.9.70. (Auteur).

62 Schwarz. Sur la ligne B le bord du glacier ne peut être reconnu sous un fort amas de débris morainiques. (E. Zeller).

63 Lämmern. La langue se termine au bas d'un talus convexe. (E. Zeller).

64 Blümlisalp. Vol photogrammétrique par L+T le 21.9.70. On constate sur les photos aériennes que le glacier a progressé à peu près sur toute sa largeur, dans sa moitié nord-est surtout grâce à des accumulations de névés et de restes d'avalanches. Près du portail, à l'extrémité sud - ouest de la langue, le bord a légèrement reculé. (Auteur).

66 Tiefen. On a constaté un recul aux points de mesure. L'aspect de la langue n'a pas changé: carapace de glace plate avec trois trainées morainiques du côté nord et une du côté sud. Un des

deux blocs de dérive a été retrouvé, celui d'aval; il se trouvait au bord, dans la pierraille. Depuis 1969 il a progressé d'au moins 31 m en changeant la direction par incurvation vers l'ENE. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

67 St. Anna. Le recul s'est produit surtout aux deux langues latérales qui sont fortement exposées aux forces destructrices: celle de l'ouest se termine par un amas d'éboulis abrupts; celle de l'est se trouve sous la piste de départ du Gemstock. Il faut donc s'attendre à de rapides changements du bord glaciaire. Vu de la moraine, le glacier entier donne l'impression d'avoir diminué. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

68 Chelen. La langue a progressé aux trois lignes de mesures et le petit portail a disparu. Comparée à l'année précédente, l'éxtrémité du glacier présente à gauche une glace plutôt dénudée de pierrailles et à droite moins de crevasses transversales dans une glace riche en débris morainiques. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

69 Rotfirn. Il y a crue aux deux lignes de mesures. Vu du point FP 70, le sommet de la calotte terminale s'est déplacé de 23 m vers l'aval, de sorte que l'angle de visée a passé de 45 à 50% dans l'année. (J. Aschwanden. K. Oechslin).

70 Damma. La décrue se répartit assez régulièrement sur toute la langue terminale. Au point de contrôle le plus avancé est apparue sous la pierraille une languette débordant de 39 m sur le bord glaciaire repéré en 1969. Vu la situation practiquement inchangée des blocs de rocher en cet endroit, nous concluons que cette languette ne résulte pas d'une avance mais qu'elle devait être invisible l'année précédente en raison de l'amas de pierraille. Le bloc de dérive s'est déplacé de 24 m vers l'est. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

71 Wallenbur. Le jour du contrôle le front était à gauche recouvert de vieille neige; à cause de cela on n'a pas opéré de visée. Aux trois autres lignes de mesures il y avait une légère avance de la langue recouverte de menue pierraille. (J. Aschwanden, K. Oechslin).

74 Gries. La langue plate est entièrement recouverte de pierraille, de sorte qu'on a pu déterminer la position dú front à la sortie du torrent seulement. (J. Aschwanden. K. Oechslin).

76 Griessen. Sur la roche libre depuis longtemos entre les profils 4 et 5. le bord du glacier s'est retiré aussi latéralement de sorte que la mesure au profil 5 indique un recul de 45 m; la valeur réelle doit être toutefois notablement plus faible et égaler celle obtenue aux profils 1 à 4 (5 à10 m). D'autre part l'accroissement au profil 6 (2 m) est dû probablement au fait que la neige accumulée dans un creux au bord du glacier a fondu seulement peu avant le jour du contrôle. La variation réelle de longueur dans la secteur contrôlé doit être estimée à -7 m environ. (W. Rohrer).

77 Biferten. La cote indiquée a été déterminée au point D. Au point A l'épaisseur du glacier a augmenté de 4 m depuis l'année précedente et mesure environ 11 m. (W. Wild).

78 Limmern. La langue recouverte par endroits d'abondants débris morainiques se termine par place sous une croûte de névé ou même de vieille neige glacée que nous avons considérée lors du relevé tachymétrique comme partie du glacier. La cote indiquée se rapporte au point le plus bas du front; l'altitude moyenne de la ligne mesurée est de 2248.6 m. (VAW - H. Siegenthaler).

79 Sulz. A partir du point A on a mesuré la distance à deux endroits du portail. Le repère 1 est maintenant entièrement recouvert de pierraille et ne se prête plus à une mesure. Le repère 2 par contre a pu être utilisé. (J. Becker).

80 Glärnisch. Surtout dans la partie supérieure il y a une couche de neige plus compacte et plus épaisse que je n'ai jamais vue sur ce glacier. (W. Wild).

81 Pizol. L'inspection s'est faite par un temps d'automne clair et doux. La ligne de base A était alors libre de neige et une mesure possible. Mais il y avait sur le glacier et devant lui une couche de neige durcie tombée au début d'octobre. On n'a pas pu de ce fait déterminer exactement la position du bord. Nous avons eu l'impression qu'il n'avait guère changé depuis l'année précédente. Nous avons trouvé une situation analogue en automne 1965. (U. Eugster).

82 Lavaz. On a installé et mesuré une nouvelle ligne de base à 5 repères (A à E). (A. Sialm).

84 Lenta. On n'a de nouveau pu mesurer que les lignes B et C parce que du côté droit le bord du glacier disparaissait sous la moraine. Les repères C6 et C7 ont été recouverts de pierres par les hautes eaux, de sorte qu'il a fallu se référer au repère C5. Le recul notable observé sur les deux lignes est dû surtout à l'écroulement du bord au voisinage du portail. (B. Parolini). Vol photogrammétrique par L+T le 17.9.70. (Auteur).

85 Vorab. On ne peut donner de cote de portail puisqu'il n'en existe pas. (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 la variation de longueur sur 31 lignes espacées de 10 m. La hauteur du portail est de 8.6 m. Le repère de laiton GL 152 installé le 13.8.70 est à 4.5 m horizontalement et à 3.1 m verticalement de la glace. Depuis l'année dernière l'épaisseur de la langue a diminué. (O. Hugentobler). - Vol photogrammétrique par L+T le 17.9.70. (Auteur).

87 Suretta. Cheminement polygonal depuis le point 125. Détermination graphique de la variation de longueur sur 6 lignes distantes de 10 m et perpendiculaires à la ligne de base P0 - P125 - P189. On a muni le point GL 166 d'un repère de laiton. (O. Hugentobler).

88 Porchabella. Cheminement polygonal à partir du point A. Détermination graphique de la variation de longueur dans la direction de lignes distantes de 10 m et perpendiculaires à la ligne de base. La cote indiquée se rapporte au plus bas des 9 portails, au point 22. (F. Juvalta).

90 Silvretta. Relevé tachymétrique de la langue terminale. L'altitude moyenne du profil parcouru est de 2459.4 m (année précédente 2459.1 m). La cote indiquée au tableau 6 se rapporte au point le plus bas de la langue qui le jour du contrôle était libre de neige et assez propre. La langue mesurait en automne 1969 337 m de large et s'est rétrécie dès lors de 13 m. L'ancien portail de droite s'est effondré et un nouveau s'est formé quelques mètres plus à gauche. Le petit lac devant l'ancien portail a fortement diminué. Le torrent provient en partie de ce lac et en partie du nouveau portail. (VAW - H. Siegenthaler).

92 Roseg. Le contour du glacier est mal discernable. On a mesuré le bord de la glace visible et le bord amont du lac au bout de la langue. Entre les deux, il y a une terrasse inaccessible formée d'un mélange d'eau, de glace, de sable et de vase. Parfois des blocs de glace se détachent du fonds du lac et aparaissent à la surface. Pour toutes ces raisons la détermination de la position du bord glaciaire et de ses changements est quelque peu incertaine. (O. Bisaz).

93 Tschierva. On a mesuré à partir de la base établie en 1957. Le glacier progresse sur toute la largeur mesurée et présente des bords surélevés. (O. Bisaz).

94 Morteratsch. La cote indiquée se rapporte au portail au bord du glacier. Il y a un deuxième portail, plus grand, environ 200 m à l'ouest à 2010 m. (O. Bisaz).

95 Calderas. La cote indiquée se rapporte au portail nord; il y a un second à environ 120 m au sud ouest à 2690 m. (O. Bisaz).

96 Tiatscha. Le glacier se termine par un mur de glace au-dessus d'une paroi de rochers abrupts. La situation du front glaciaire ne se modifiera guère tant que le glacier fournira assez de glace pour compenser la fusion. Ces prochaines années les mesures ne seront pas possible si les conditions restent les mêmes. Mais il faudra suivre l'évolution de la langue par la photographie. (J. Könz).

97 Sesvenna. Malgré la fonte de neige très tardive, le glacier accuse un léger recul. La langue du côté ouest est recouverte de matériaux morainiques. (L. Rauch).

98 Lischana. La partie orientale de la langue terminale n'a guère changé depuis l'année précédente. L'aire libre de glace aux alentours de la bosse rocheuse devant la partie ouest du front a grandi. Le point A de la ligne de base était comme l'avant-dernière année sous le névé. Il a fallu remplacer le repère 186 recouvert de débris morainiques par le nouveau point No. 160. (L. Rauch).

99 Cambrena. Au milieu de la section mesurée, le glacier a fortement progressé. Les pierres marquées des repères 3, 4 et 5 se trouvent sous la glace. La moraine frontale bien formée est haute par endroits de 3 m. Au point 1 la glace a atteint le bord supérieur du rocher et s'y hissera prochainement. (A. Godenzi).

100 Palü. A une petite niche près, le glacier a recouvert la paroi abrupte qui séparait les parties supérieure et inférieure du glacier. Il est évident que ce phénomène est la cause prinipale pour la crue importante et inattendue de la langue terminale. Alors que les années précédentes le recul de la langue s'était ralenti et que la glace supérieure avait commencé à franchir le seuil rocheux, on s'attendait à une crue, mais pas d'une telle amplitude. Depuis le milieu de la langue en direction du sud-est, l'avance se remarque aussi à la surélévation de 3 m de la moraine. Comme l'année précédente, le torrent était très gros le jour du contrôle et il y avait des ruptures locales de glace. Les deux portails sont devenus très petits et se sont en partie effondrés. On a établi une nouvelle ligne de base à 223 m plus près du glacier, parallèle à celle de 1954. (A. Colombo).

101 Paradisino. La langue atteint encore la plaine; si le recul continue,elle se retirera ces prochaines années dans une section plus abrupte. Le jour du contrôle elle était recouverte à droite de restes de névés et à gauche de débris rocheux tombés du Corno di Campo. (A. Godenzi).

102 Forno. Fort recul (jusqu'à 80 m) dans la partie orientale de la langue où le lit rocheux du glacier est inégal. Plus haut le lit semble s'aplatir de sorte qu'il faut s'attendre à de faibles variations du recul ces prochaines années. (O. Bisaz).

103 Bresciana. Une grande quantité de débris est tombée de la moraine latérale sur la partie inférieure de la langue. Du côté sud un fossé s'est creusé dans la moraine et le glacier, de sorte qu'entre les repères 1 et 2 s'est formée une petite paroi de glace. Lors de notre visite du 29./30.7.70 ce fossé n'existait pas encore;,il doit s'être creusé lors des orages qui ont éclaté en août et septembre sur le val Blenio.
Nous avons mesuré la limite de la glace visible sans tenir compte de la glace recouverte de pierrailles qui par places apparaît même au-delà de la limite du glacier en 1969; cette glace profonds ne forme une masse compacte qu'au-dessus de la limite nouvellement tracée. Dans ces conditions, la fixation de la limite glaciaire est dans une large mesure une question d'appréciation, de sorte que le relevé est problématique. (F. Viviani).

104 Basodino. Vol photogrammétrique par L+T le 18.9.80. (Auteur).

105 Rossboden. Vol photogrammétrique par L+T le 29.9.70. (Auteur).

Figure 3

Le front du Glacier d'Allalin

d'après les mensurations de 1954 à 1970

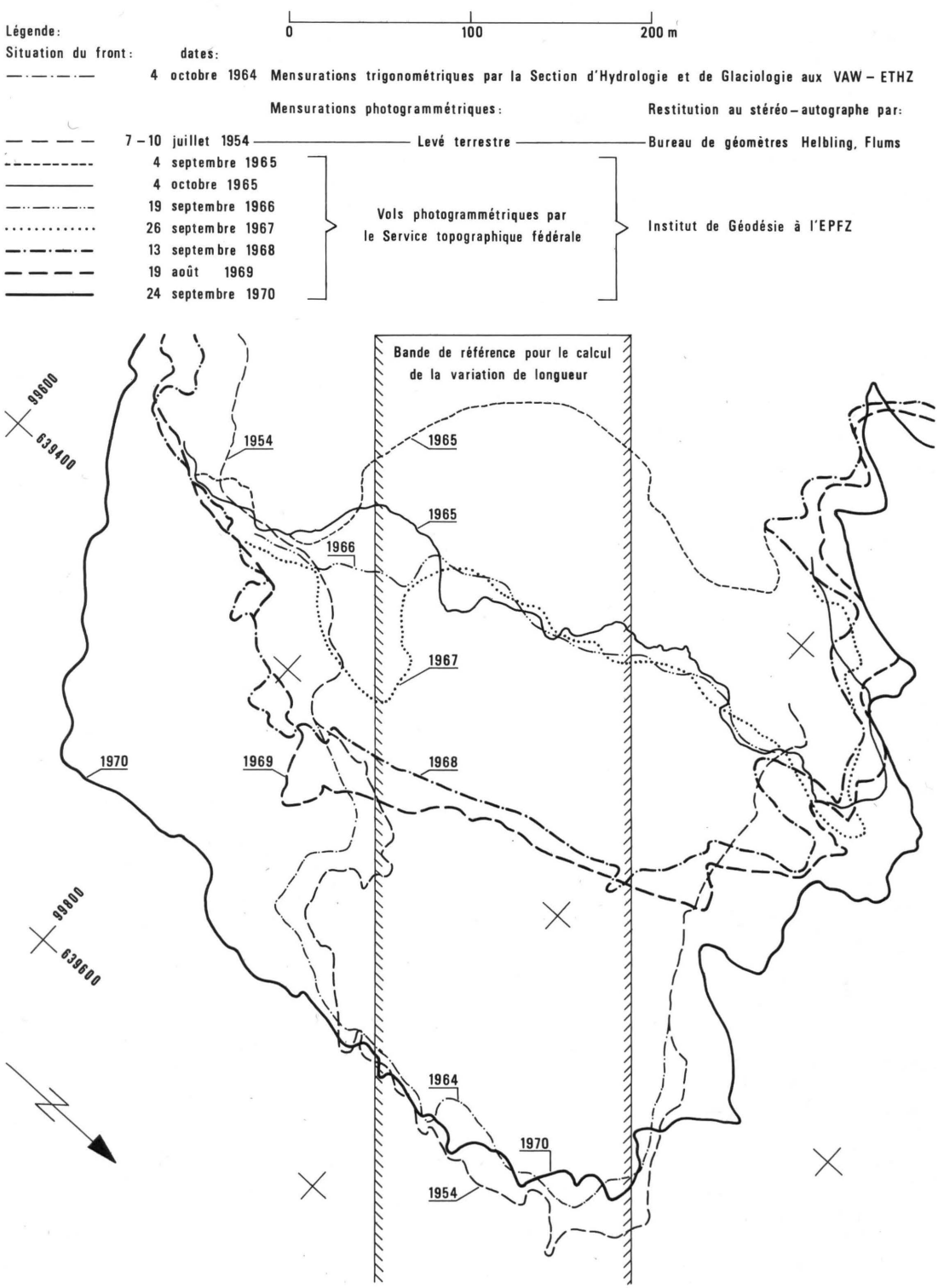


Tableau 7. Nombre de glaciers en crue et en décrue, en pour-cent du nombre total des glaciers observés, de 1890/91 à 1969/70

Année	nombre de glaciers				% des glaciers observés		
	observés (100%)	en décrue	stationnaire	en crue	en décrue	stationnaire	en crue
1890/91	29	16	3	10	55	10	35
1891/92	28	18	2	8	64	7	29
1892/93	30	21	0	9	70	0	30
1893/94	44	32	3	9	73	7	20
1894/95	52	40	4	8	77	8	15
1895/96	38	30	4	4	78	11	11
1896/97	58	43	5	10	74	9	17
1897/98	61	48	4	9	79	6	15
1898/99	62	56	0	6	90	0	10
1899/00	68	58	4	6	85	6	9
1900/01	61	52	6	3	85	10	5
1901/02	59	38	9	12	65	15	20
1902/03	51	37	5	9	73	10	17
1903/04	57	53	2	2	92	4	4
1904/05	47	42	2	3	89	5	6
1905/06	55	47	1	7	85	2	13
1906/07	59	48	1	10	81	2	17
1907/08	57	42	2	13	74	3	23
1908/09	56	46	1	9	82	2	16
1909/10	51	36	0	15	71	0	29
1910/11	60	56	0	4	93	0	7
1911/12	50	29	2	19	58	4	38
1912/13	52	32	5	15	61	10	29
1913/14	47	26	4	17	55	9	36
1914/15	38	21	4	13	56	10	34
1915/16	56	16	4	36	29	7	64
1916/17	70	31	4	35	44	6	50
1917/18	58	23	8	27	40	14	46
1918/19	82	22	3	57	27	4	69
1919/20	101	33	6	62	33	6	61
1920/21	132	80	8	44	61	6	33
1921/22	82	43	12	29	51	14	35
1922/23	118	66	23	29	56	19	25
1923/24	100	66	11	23	66	11	23
1924/25	98	69	11	18	70	11	19
1925/26	95	37	8	50	40	8	52
1926/27	96	68	6	22	71	7	22
1927/28	103	83	6	14	81	5	14
1928/29	102	79	12	11	77	12	11
1929/30	96	77	11	8	80	12	8

Tableau 7. Nombre de glaciers en crue et en décrue, en pour-cent du nombre total des glaciers observés, de 1890/91 à 1969/70

Année	nombre de glaciers				% des glaciers observés		
	observés (100%)	en décrue	stationnaire	en crue	en décrue	stationnaire	en crue
1930/31	92	60	12	20	66	12	22
1931/32	108	87	7	14	80	7	13
1932/33	98	79	4	15	81	4	15
1933/34	94	84	3	7	89	3	8
1934/35	83	70	3	10	84	4	12
1935/36	69	58	5	6	84	7	9
1936/37	71	54	8	9	76	12	12
1937/38	81	71	7	3	88	8	4
1938/39	57	46	3	8	81	5	14
1939/40	60	47	4	9	78	7	15
1940/41	72	52	3	17	72	4	24
1941/42	65	61	0	4	94	0	6
1942/43	71	63	3	5	89	4	7
1943/44	55	48	3	4	87	6	7
1944/45	63	56	3	4	89	5	6
1945/46	76	61	5	10	80	7	13
1946/47	84	82	2	0	98	2	0
1947/48	78	60	8	10	77	10	13
1948/49	81	75	2	4	93	2	5
1949/50	80	79	0	1	99	0	1
1950/51	80	63	7	10	79	9	12
1951/52	49	46	2	1	94	4	2
1952/53	76	70	4	2	92	5	3
1953/54	73	65	3	5	89	4	7
1954/55	76	50	7	19	66	9	25
1955/56	70	56	3	10	80	4	14
1956/57	88	75	3	10	85	3	12
1957/58	89	83	0	6	93	0	7
1958/59	76	69	0	7	91	0	9
1959/60	63	56	0	7	89	0	11
1960/61	85	72	3	10	85	3	12
1961/62	92	76	3	13	83	3	14
1962/63	93	77	6	10	83	6	11
1963/64	84	78	1	5	93	1	6
1964/65	90	58	10	22	65	11	24
1965/66	90	53	3	34	59	3	38
1966/67	100	73	3	24	73	3	24
1967/68	98	57	6	35	58	6	36
1968/69	103	69	6	28	67	6	27
1969/70	98	61	6	31	62	6	32

3.3 Photographies

LEGENDES:

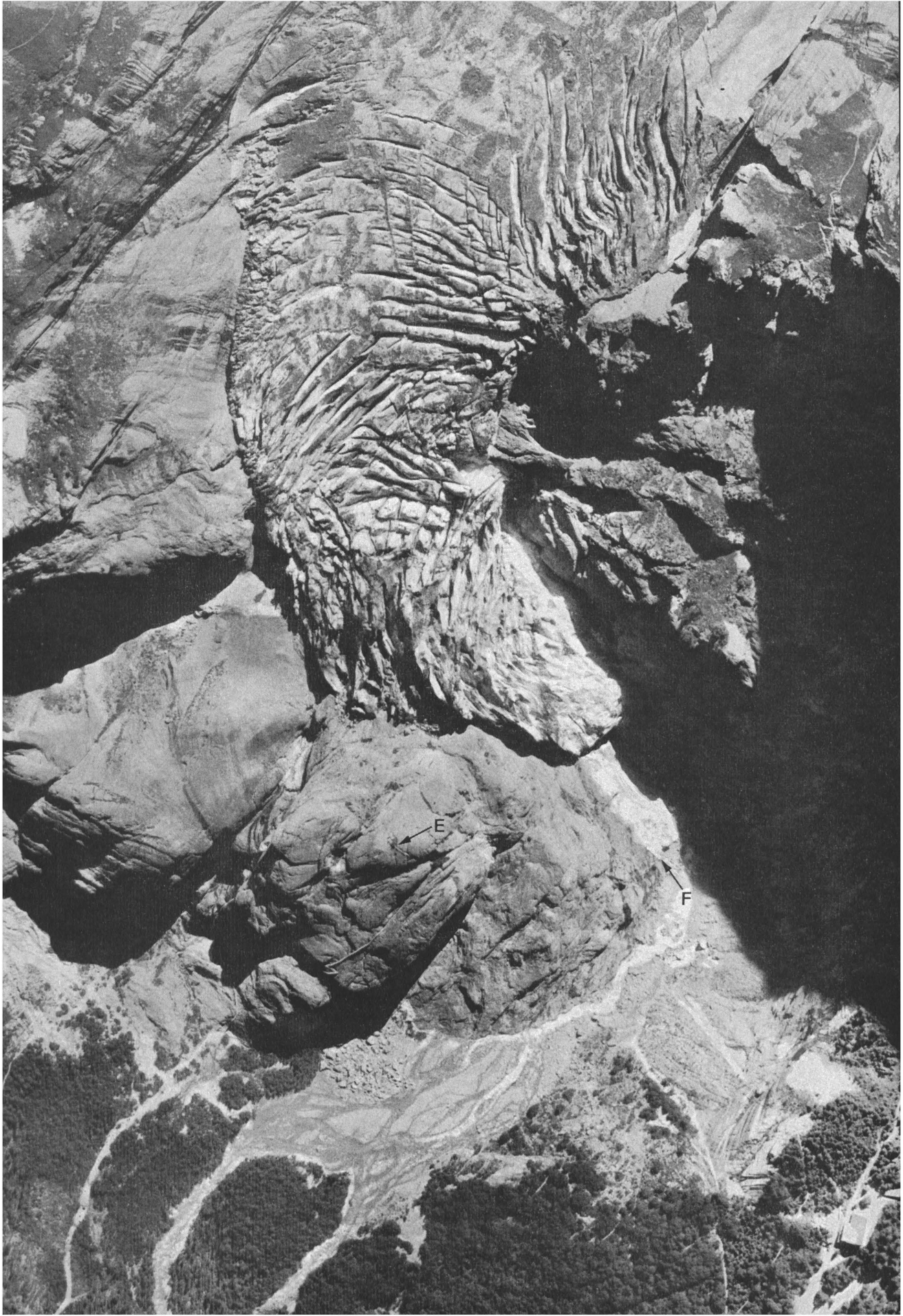
1 Glacier supérieur de Grindelwald, en crue, le 13 août 1970. Détail de la prise de vue verticale No 605 du Service topographique fédéral . Le passage à échelles installé, en été 1970, devant le glacier, visible sur le cliché et aboutissant en E, au sommet du rocher, est devenu entretemps impraticable, parce que le glacier surmontant la crête de ce rocher menace de s'écrouler en ce point. Mais l'avance principale de la langue se produit dans la gorge dans laquelle la glace a atteint le point F. A l'angle inférieur droit du cliché, on distingue le restaurant Milchbach d'où a été prise la photo 5.

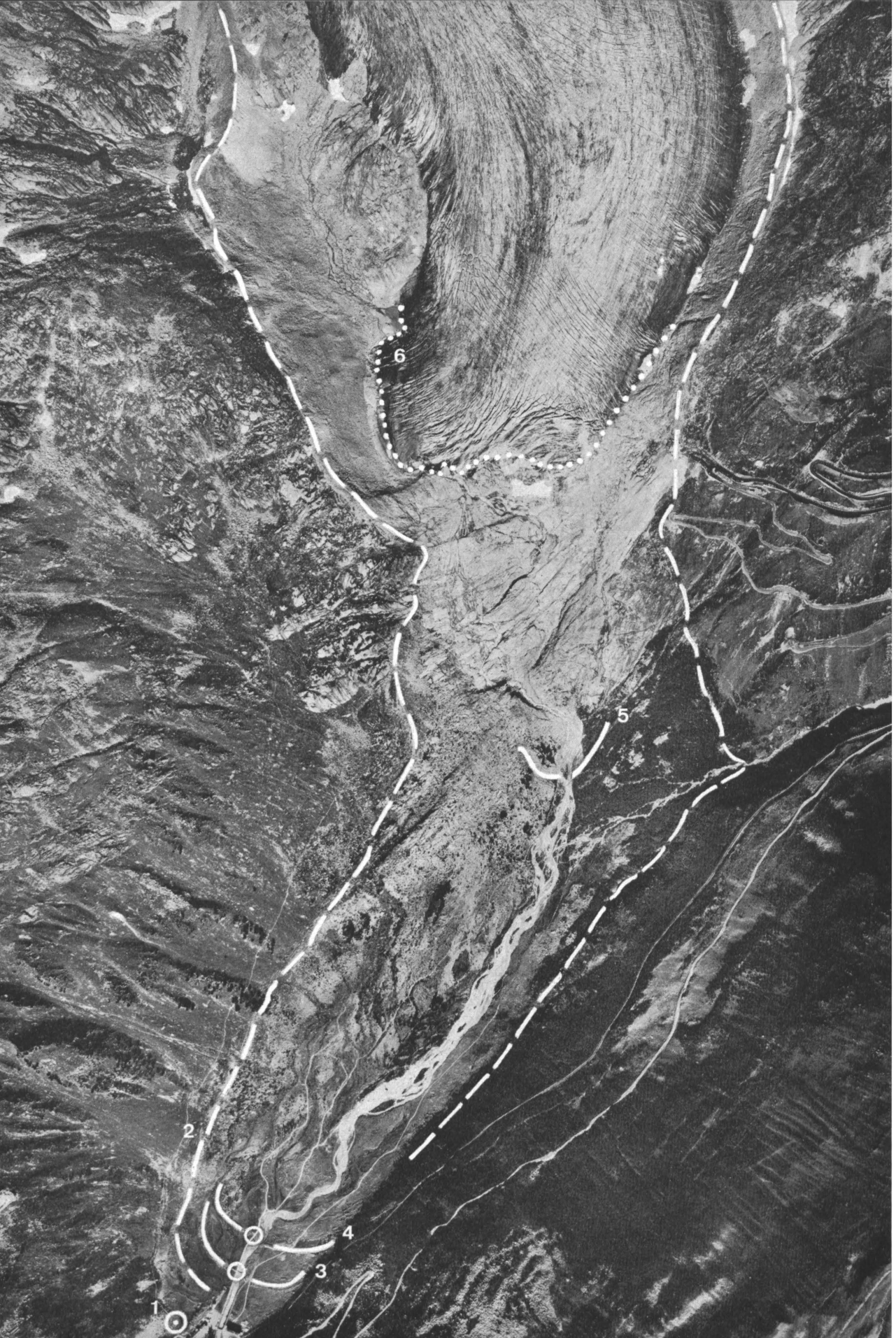
2 Glacier du Rhône. Détail de la prise de vue verticale No 1452 du Service topographique fédéral du 18 septembre 1970. Dans le cercle No 1 au bas du cliché, derrière l'hôtel Seiler de Gletsch, se trouve une source thermale. En 1777, Henri Besson a mesuré de ce point une distance de 300 toises (ou 585 mètres) jusqu'au front du glacier. Des moraines très nettes témoignent des états anciens du glacier. La ligne traitillée No 2 montre l'extension maximum du glacier du début du XVII^{e} et du XIX^{e} siècle. Les talus morainiques de la plaine datent de l'année 1602; plus en amont, les deux maxima sont pratiquement confondus. La ligne 3 correspond à la moraine frontale de 1818, la ligne 4 à celle de 1826 et de 1856. Les deux cercles indiquent la position de deux cairns portant les dates respectives de 1818 et 1856, Jusqu'en 1912, le glacier s'est retiré jusqu'à la base du grand versant rocheux et progressa, jusqu'en 1921, de 122 mètres pour former la moraine frontale 5. Jusqu'en 1932, il regagna so position de 1912, et, en 1944, le dernier lombeau de glace de la rive droite se retira de la plaine de Gletsch. Le bord du glacier au moment de la prise de vue est indiqué par la ligne 6. Depuis l'allonguement maximum de 1818, le front glaciaire s'est retiré d'environ 2200 mètres jusqu'au voisinage de l'hôtel Belvédère.

3 Glacier du Rhône, le 16 août 1848. Reproduction d'une lithographie de Henri Hogard, dessinée depuis le versant gauche près de Gletsch. Cette gravure est tiré de l'ouvrage "Mensurations au glacier du Rhône 1874-1915", Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles vol. LII, 1916. Les chiffres ont la même signification que sur la photo 2. Les restes morainiques désignés par 2, datant de 1602 et relevés par Hogard, ont depuis lors été utilisés en partie pour les besoins de la construction et ont entièrement disparu sur la rive gauche du Rhône.

4 Le glacier du Rhône, le 22 septembre 1970, vu sensiblement du même point que sur la lithographie de Hogard de 1848. Les lignes et chiffres dessinés sont expliqués dans la legende de la photo 2. Chliché Marcus Aellen, VAW/ETH, Zurich

5 Glacier supérieur de Grindelwald, le 31 octobre 1970, vu du restaurant Milchbach. En E, on reconnaît l'extrémité supérieure du passage à échelles; la langue terminale a atteint la crête de ce rocher bordant la gorge et tend à le recouvrir. La plus grande partie de la glace s'écoule encore dans la gorge même en se dirigeant vers le spectateur; en F se trouve le front au moment de la prise de vue. En hiver 1970/71, le glacier a rempli toute la gorge et commence à progresser dans la vaste combe en aval de ce passage étroit. Les photos du 86^{e} rapport pour 1964/65 que Hans Boss avait prises depuis le rocher en question montrent le début de la phase de crue qui de poursuit actuellement.
Cliché Hans Boss, Zweilütschinen.


E
F


6
5
2
4
3
1

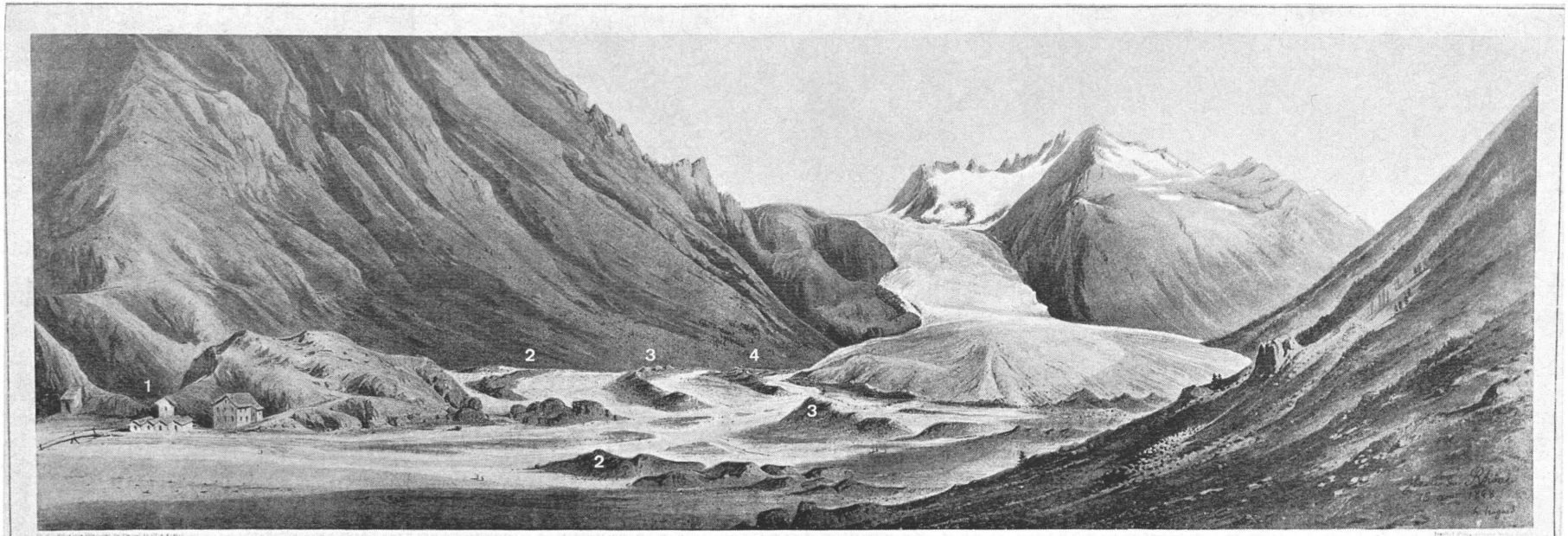
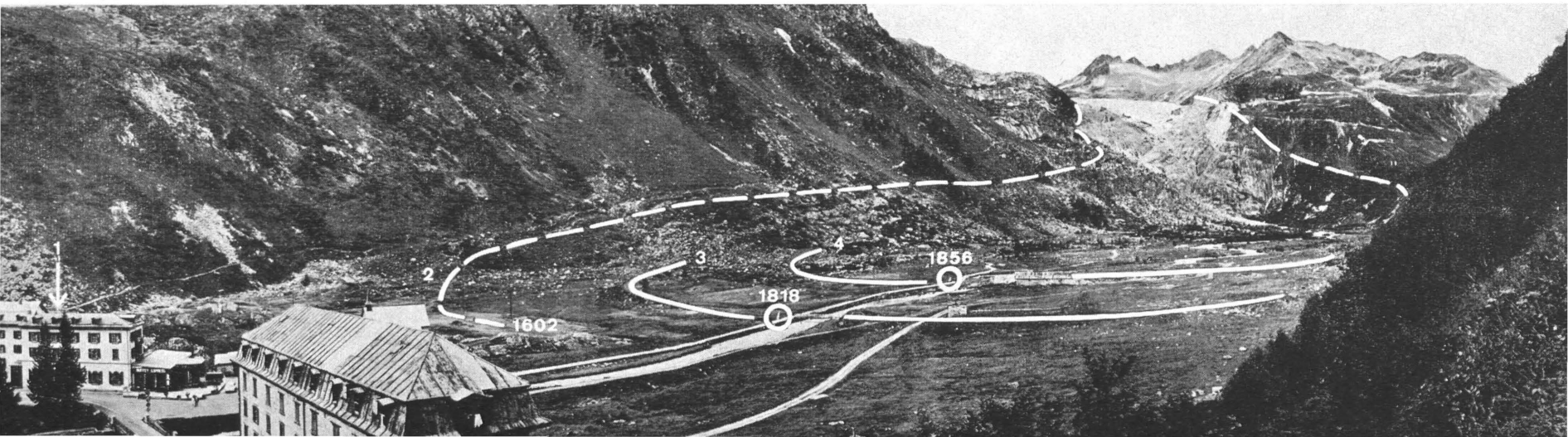


Fig. 3. Le glacier du Rhône le 16 août 1848, d'après une aquarelle de H. Hogard



E
F

3.4. Bilans de masse

Le tableau 8 contient le bilan de masse de 4 glaciers pour les années 1967/68, 1968/69 et 1969/70. Les nombres de la colonne B_a indiquent l'accroissement ou la diminution de masse du glacier en une année, en unités de 1000 m^3 de glace. Si l'on convertit ces variations en eau répartie sur toute la surface glaciaire, la hauteur de cette lame liquide est ce que nous appelons le bilan spécifique en kg/m^2 ou, ce qui revient au même, en millimètres d'eau; ces valeurs figurent au tableau et elles sont directement comparables pour des glaciers de grandeur différente.

Tableau 8. Bilans annuels de masse de quelques glaciers de 1967/68 à 1969/70

Glacier	année de bilan	Surfaces glaciaires km^2	Bilans B_a 10^3 m^3 de glace (1	b_a kg/cm^2 (2	Ligne d'équilibre en m s.m.
3 Gries	13.10.67-11.10.68	6.38 (3	+ 2 354	+ 332	2 710
	11.10.68- 7.10.69	6.38 (3	+ 1 907	+ 269	2 740
	11.10.69- 7.10.70	6.38 (3	- 3 678 (4	- 519 (4	3 040
5 et 6 Aletsch	1.10.67-30. 9.68	124.00 (5	+ 97 134	+ 705	
	1.10.68-30. 9.69	123.71 (6	+ 44 125	+ 321	
	1.10.69-30. 9.70	123.26 (7	- 17 696	- 129	
78 Limmern	17. 9.67- 9. 9.68	3.29 (8	+ 1 451	+ 397	2 530
	9. 9.68- 5. 9.69	3.29 (8	- 512	- 140	2 740
	5. 9.69- 6. 9.70	3.29 (8	- 578 (4	- 158 (4	2 820
90 Silvretta	29. 9.67-24. 9.68	3.33 (9	+ 1 687	+ 456	2 645
	24. 9.68-25. 9.69	3.33 (9	- 1 088	- 294	2 800
	25. 9.69-26. 9.70	3.33 (9	+ 266 (4	+ 72 (4	2 730

(1 En admettant une densité de glace de 0.9 g/cm^3

(2 1 kg/m^2 correspond à 1 mm d'eau

(3 Surface du 1.9.67

(4 Calculé par zones d'égal bilan spécifique. Les valeurs pour 1967/68 et 1968/69 ont été obtenues en admettant une relation empirique entre l'accumulation et l'ablation respectivement et l'altitude. D'après cette méthode on obtient pour l'année 1969/70 les nombres suivants:

	B_a 10^3 m^3 de glace	b_a kg/m^2
Gries	- 3332	- 470
Limmern	- 728	- 199
Silvretta	+ 278	+ 75

(5 Surface estimée pour le 15.9.69

(6 Surface estimée pour le 13.9.69 (et non pas 30.9.69, indiqué par erreur dans le 90e rapport. Dans la ligne correspondante du tableau, il faut corriger la date pour l'année de bilan de la façon suivante: 1.10.68 - 13.0.69 au lieu de 30.9.68 - 13.9.69).

(7 Surface estimée pour le 11.9.70

(8 Surface du 11.9.59

(9 Surface du 2.10.56.

Au cours de l'année 1969/70, la masse du glacier de la Silvretta est restée pratiquement constante avec + 72 mm seulement; aux glaciers de Limmern (- 158 mm) et d'Aletsch (- 129 mm) on constate une perte très modeste. Le glacier de Gries est plus fortement déficitaire avec - 519 mm, ce que l'on doit attribuer en partie à la fusion de la langue noyée dans le lac artificiel, mais surtout à l'insuffisance des précipitations, restées inférieures à la normale dans cette région soumise à l'influence du régime du sud des Alpes; un déficit pluvial analogue s'observe dans la région de Mattmark, où les condtions climatiques sont semblables.

En ce qui concerne les glaciers de l'Oberaar et de l'Unteraar, les mesures de A. Flotron indiquent une faible valeur négative du bilan spécifique.

Tableau 9. Glacier de Gries. - Bilan spécifique moyen de masse 1969/70, pour des échelons d'altitude de 100 m. Année de bilan: 7.10.1969 - 12.10.1970.

Echelons s'altitude m s.m.	Surface km^2	Bilan de masse 10^6 m^3 d'eau	Bilan moyen spécifique de masse kg/m^2
3400 - 3300	0.077	+ 0.056	+ 727
3300 - 3200	0.139	+ 0.076	+ 547
3200 - 3100	0.497	+ 0.175	+ 352
3100 - 3000	1.552	+ 0.497	+ 320
3000 - 2900	0.976	- 0.030	- 31
2900 - 2800	0.707	- 0.175	- 248
2800 - 2700	0.689	- 0.202	- 293
2700 - 2600	0.968	- 1.440	- 1 487
2600 - 2500	0.503	- 1.178	- 2 342
2500 - 2400	0.261	- 0.834	- 3 195
2400 - 2300	0.011	- 0.257 (1	-23 363 (1
3400 - 2300	6.380	- 3.312	- 519

(1 y compris la partie terminale de la langue fondue en contact avec le lac artificiel.

Figure 4

GLACIER DE GRIES

Bilan de masse en 1969/70

Bassin versant du lac S = 10,18 km²
Partie englacée du bassin G = 6,38 km² (le 1.9.1967) $\frac{G}{S}$ = 62.7%
Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
du 7.10.1969 au 12.10.1970 = −519 kgm⁻²
Altitude de la ligne d'équilibre, le 12.10.1970 = 3040 m. s. mer
Variation du front du 17.10.1969 au 18.10.1970 = −25,5 m

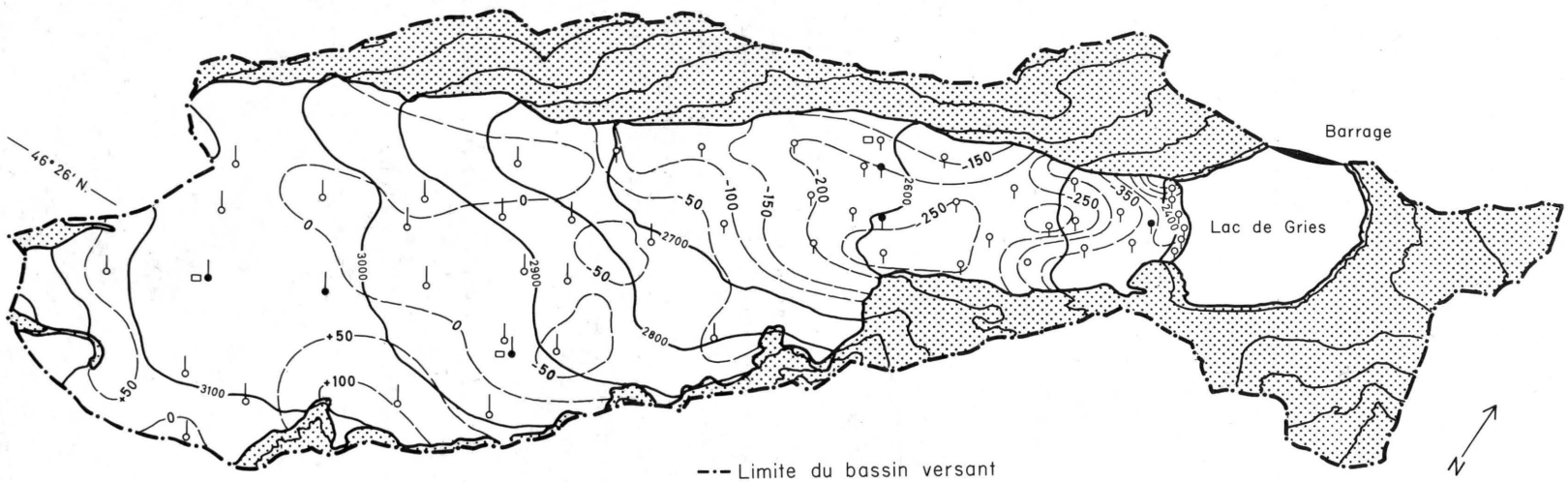


Tableau 10. Glacier de Gries. - Bilans hydrologiques 1961/62 - 1969/70

(Glacier No 3 du réseau d'observations)

Les bilans se rapportent tous à la surface total de 10.18 km^2 du bassin versant du lac artificiel de Gries.

Année du bilan	Ecoulement (1 kg/m^2	Evaporation (2 kg/m^2	Variation de la reserve (3 kg/m^2	Précipitations moyennes du bassin (4 kg/m^2	Precipitation Totalisateur (5 kg/m^2
3.10.1961- 2.10.1962	2335	200	- 702	1833	-
2.10.1962- 3.10.1963	2103	200	+ 21	2324	-
3.10.1963- 2.10.1964	2466	200	- 567	2099	-
2.10.1964- 5.10.1965	1449	200	+ 608	2257	1956
5.10.1965- 3.10.1966	1626	200	- 183	1643	1343
3.10.1966-13.10.1967	1964	200	+ 167	2331	1874
13.10.1967-11.10.1968	1557	200	+ 208	1962	1887
11.10.1968- 7.10.1969	1631	200	+ 168	1999	1642
7.10.1969-12.10.1970	1858	200	- 325	1733	1331

(1 Les valeurs de l'écoulement concernent l'année, du 1er octobre au 30 septembre; elles s'écartent de celles de l'année du bilan indiqué d'environ $\pm$ 2 %. - Avant le 1.6.1966 les quantités d'écoulement sont mesurées de juillet à septembre au limnigraphe; pour les autres mois. à écoulement faible, elles sont estimées. A partir du 1.6.1966 on a procédé au remplissage du lac artificiel. Depuis lors l'alimentation du lac a été calculée sur la base de la quantité d'eau turbinée (il n'y a pas de pompage), des cotes du niveau du lac déterminées par la pression statique et de la courbe hypsométrique du lac (mensurations des Forces Motrices Aegina SA). Les écoulements des années précédentes avaient donné: 1956/57 2113 kg/m^2, 1957/58 2577 kg/m^2, 1958/59 2411 kg/m^2, 1959/60 2173 kg/m^2 et 1960/61 2360 kg/m^2.

(2 Invariable, fixée à 200 kg/m^2

(3 Calculée à partir de la surface glaciaire (6.38 km^2) pour la surface totale du bassin versant (10.18 km^2)

(4 Calculées à partir de l'écoulement, de l'évaporation et de la variation de la réserve

(5 Coordonnées du totalisateur: km 672.340 / km 145.800, cote 2510 m sur mer.

Tableau 11. Glaciers d'Aletsch - Bilans hydrologiques 1964/65 - 1969/70.

Bassin versant jusqu'à la fin de l'année 1964:

Station pour la mesure des débits Massa - Massaboden 686.93 m s.m., coordonnées 643.9 / 131.5 (370 m en amont du nouveau pont de la route, sur la rive droite)

Surface totale F_M = 202.00 km^2, Altitude moyenne 2899.9 m s.m. (levé 1957)

Surface des glaciers F_G = 129.76 km^2 (levé 1957)

Altitude moyenne de la surface des glaciers = 3037.9 m s.m. (levé 1957)

Bassin versant à partir de l'année 1965:

Station pour la mesure des débits Massa - Blatten bei Naters 1445.96 m s.m., coordonnées 643.700/ 137/190

Surface totale F_B = 194.70 km^2, Altitude moyenne = 2950.3 m s.m. (levé 1957).

Légendes: Toutes les grandeurs du bilan sont indiquées en kg/m^2·année (= mm en eau/année) et se rapportent à l'année de bilan du 1er octobre au 30 septembre.

N_M, N_B = Précipitations
V_M, V_B = Evaporation
A_M, A_B = Ecoulement
R_M, R_B = Variation de la réserve
} relatifs au bassin versant de F_M (Massaboden), respectivement F_B (Blatten bei Naters)

B = Bilan de masse — relatif à la surface glaciaire F_G

Pour le bassin versant de Massaboden: (1 (2

Année du bilan 1.10.-30.9.	N_M kg/m^2	V_M kg/m^2	A_M kg/m^2	R_M kg/m^2	F_G (4 km^2	B kg/m^2
1964/65	2601	210	1606	+ 785	126.14	+ 1257

Pour le bassin versant de Blatten bei Naters:

Année du bilan 1.10.-30.9.	N_B (3 kg/m^2	V_B kg/m^2	A_B kg/m^2	R_B kg/m^2	F_G (4 km^2	B kg/m^2
1964/65	2652	210	1627	+ 815	125.14	+ 1257
1965/66	2391	210	1802	+ 379	124.80	+ 591
1966/67	2426	210	2020	+ 196	124.15	+ 307
1967/68	2358	210	1699	+ 449	124.00	+ 705
1968/69	2241	210	1827	+ 204	123.71	+ 321
1969/70	2270	210	2142	- 82	123.26	- 129

(1 Les données pour les années 1922/23 - 1964/65 ont été publiées dans: P. Kasser (1967): Fluctuations of glaciers, Table 11, Publication de l'UNESCO et de IAHS.

(2 Pour l'établissement des bilans on a tout d'abord calculé les grandeurs pour la période du 1er octobre 1927 au 30 septembre 1957, savoir:
B à partir de levés photogrammétriques des années 1927 et 1957 (5
A_M sur la base des mesures limnigraphiques à Massaboden
V_M par estimation (210 kg/m^2·an) et alors
$N_M = A_M + V_M + R_M$, où $R_M = B \cdot F_G/F_M$, ce qui donne
$N_M = 2/3 \cdot (N_{Fiesch} + N_{Kippel} + N_{Grindelwald})$
Pour les années isolées N_M a été estimé par cette relation; V_M est invariable avec 210 kg/m^2; A_M est mesuré, de sorte que $R_M = N_M - V_M - A_M$ et $B = R_M \cdot F_M/F_G$.

(3 N_B a été calculé par N_M et les précipitations N_D du bassin différentiel ($F_M - F_B$).
Partant de N_D = 1200 kg/m^2 par an pour la période 1901 - 1940, N_D a été estimé pour une année déterminée en multipliant par le rapport des précipitations ($N_{Fiesch} + N_{Kippel}$) pour cette année à la moyenne de la période 1901 - 1940.

(4 La variation de la surface glaciaire F_G = -8.14 km^2 de 1927 à 1957 a été interpolée et extrapolée pour chaque année en admettant une relation linéaire entre la variation de surface et le changement de position de la langue terminale. A un changement de -8.14 km^2 correspondait un changement de position de - 451.6 m.

(5 On trouvera les variations de volume de la période 1927 - 1957 dans le tableau 15 de la publication citée sous la remarque (1. Les volumes ont été convertis en masses B en admettant une densité de γ = 0.9 kg/dm^3.

Tableau 12. Glaciers de Limmern et de Plattalva.

Bilan spécifique moyen de masse 1969/70, pour des échellons d'altitude de 100 m.
Année du bilan: 5.9.1969 - 6.9.1970.

Echelon d'altitude m s.m.	Surface km^2	Bilan de masse 10^6 m^3 d'eau	Bilan moyen spécifique de masse kg/m^2
3400 - 3300	0.053	+ 0.040	+ 755
3300 - 3200	0.034	+ 0.012	+ 353
3200 - 3100	0.014	+ 0.003	+ 214
3100 - 3000	0.079	+ 0.014	+ 177
3000 - 2900	0.264	+ 0.063	+ 239
2900 - 2800	0.572	+ 0.125	+ 219
2800 - 2700	0.980	- 0.091	- 93
2700 - 2600	0.529	- 0.253	- 478
2600 - 2500	0.257	- 0.063	- 245
2500 - 2400	0.235	- 0.107	- 455
2400 - 2300	0.101	- 0.104	- 1030
2300 - 2200	0.124	- 0.114	- 919
2200 - 2100	0.048	- 0.045	- 938
2100 - 3400	3.290	- 0.520	- 158

Tableau 13. Glacier de Silvretta.

Bilan spécifique moyen de masse 1969/70, pour des échelons d'altitude de 100 m.
Année du bilan: 25.9.1969 - 26.9.1970.

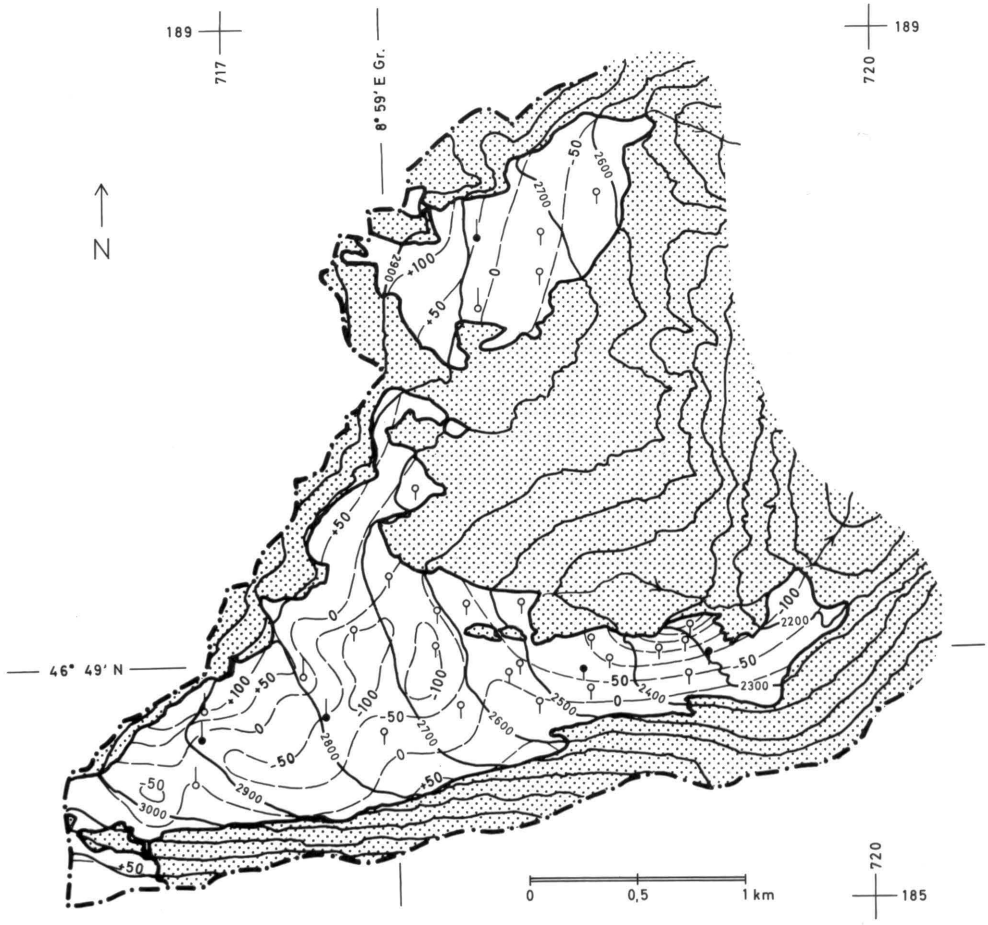
Echelon d'altitude m s.m..	Surface km^2	Bilan de masse 10^6 m^3 d'eau	Bilan moyen spécifique de masse kg/m^2
3100 - 3000	0.337	+ 0.356	+ 1056
3000 - 2900	0.658	+ 0.483	+ 734
2900 - 2800	0.638	+ 0.327	+ 512
2800 - 2700	0.848	+ 0.077	+ 91
2700 - 2600	0.379	- 0.164	- 433
2600 - 2500	0.363	- 0.551	- 1518
2500 - 2400	0.107	- 0.288	- 2692
2400 - 3100	3.330	+ 0.240	+ 72

Figure 5

GLACIER DE LIMMERN ET DE PLATTALVA

Bilan de masse en 1969/70

Surface des deux glaciers G = 3.29 km (le 11.9.1959)
Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
du 5.9.1969 – 6.9.1970 = – 158 kg m^{-2}
Altitude de la ligne d'équilibre, le 6.9.1970 = 2820 m.s.mer
Variation du front du 7.9.1969 – 2.9.1970 = – 0.6 m



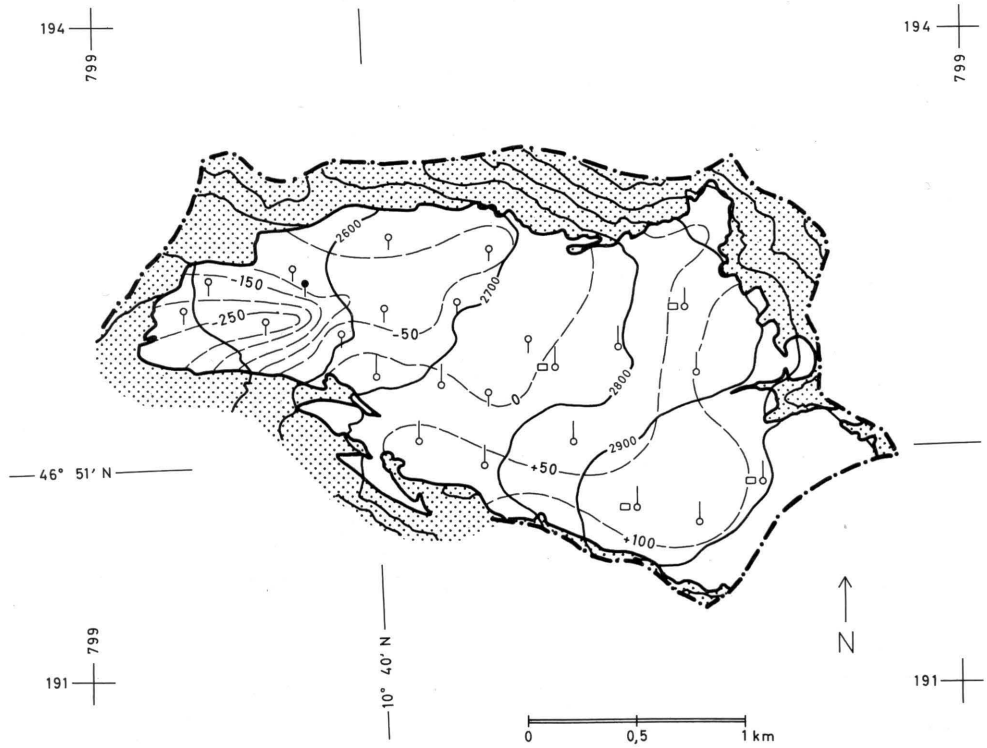
– · – Limite du bassin versant
⁞⁞⁞ Partie non englacée
— Courbe de niveau
– – Courbe d'égale bilan de masse spécifique en 10 kg m^{-2}
Balise d'accumulation
Balise d'ablation
• Balise placée en coordonnées fixes
▫ Tranchée de neige

Figure 6

GLACIER DE SILVRETTA

Bilan de masse en 1969/70

Surface du glacier G = 3,33 km² (le 2.10.1956)
Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
du 25.9.1969 – 26.9.1970 = +72 kg m⁻²
Altitude de la ligne d'équilibre, le 26.9.1970 = 2730 m.s.mer
Variation du front du 27.9.1969 – 24.9.1970 = –4.0 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. Couche de neige formée pendant l'hiver, bilan spécifique annuel et variation du niveau de la surface glaciaire en des points choisis de différents glaciers en 1969/70

Glacier Point	m s.m.	h_{max} (1 (b) (1 en cm (période)	en g/cm^2	b_a* (2 (b_a) (2 en cm (période)	en g/cm^2	ΔH en m (3 (période)
3 Gries (4. (8						
Balise I	3050			+ 35 (+ 14) (9.10.69-14.10.70)		- 0.9 (8.10.69-14.10.70)
Balise II	3020			+ 25 (+ 3) (8.10.69-14.10.70)		- 1.1 (8.10.69-14.10.70)
Balise III	2920			- 35 (- 33) (8.10.69-14.10.70)		- 1.1 (8.10.69-15.10.70)
Balise IV	2600			-219 (-213) (7.10.69-12.10.70)		0.0 (11.10.69-13.10.70)
Balise V	2600			-195 (-192) (11.10.69-12.10.70)		- 0.7 (11.10.69-13.10.70)
Balise VI	2415			-405 (-364) (6.10.69-12.10.70)		- 2.9 (17.10.69-18.10.70)
5 Grosser Aletsch						
Jungfraujoch EGIG (5, (9	3472			+ 50 (17. 9.69- 1.10.70)		
Jungfraufirn P5 (4, (10, (12	3500	620 (8. 9.69-10. 6.70)		+551 (+276) (8. 9.69- 8. 9.70)		- 0.19 (13. 9.69-13. 9.70)
Jungfraufirn P3 (4, (10, (13*	3350	458 (8. 9.69-10. 6.70)		+379 (+203) (8. 9.69-12. 9.70)		- 0.57 (8. 9.69-12. 9.70)
Jungfraufirn P9 (4, (10	2930	328 (19. 9.69- 5. 5.70)		- 34 (19. 9.69-20. 9.70)		-
Ewigschneefeld P11 (4, (10	3450	643 (11. 9.69-10. 6.70)		+548 (+298) (11. 9.69-14. 9.70)		+ 0.21 (11. 9.69-14. 9.70)
Ewigschneefeld P13 (4, (11	3260	353 (12. 9.69-25. 4.70)		+166 (+ 87) (12. 9.69-17. 9.70)		- 0.71 (12. 9.69-17. 9.70)
11 Allalin (4, (13						
Balise A VII	3238			-145 (- 46) (24. 9.69-23. 9.70)		+ 0.37 (24. 9.69-23. 9 70)
Balise A	2861			-244 (-208) (25. 9.69-24. 9.70)		- 0.67 (25. 9.69-24. 9.70)
Balise B	2861			-203 (-171) (25. 9.69-24. 9.70)		- 0.67 (25. 9.69-24. 9.70)
Balise C	2863			-206 (-180) (25. 9.69-24. 9.70)		- 0.02 (25. 9.69-24. 9.70)
Balise D	2875			-353 (-314) (25. 9.69-24. 9.70)		- 1.48 (25. 9.69-24. 9.70)
Balise E	2895			-312 (-274) (25. 9.69-24. 9.70)		- 0.61 (25. 9.69-24. 9.70)

Tableau 14. continuation

Glacier Point	m s.m.	h_{max} (1 (b) (1 en cm (période)	en g/cm^2	b_a* (2 (b_a) (2 en cm (période)	en g/cm^2	ΔH en m (3 (période)
37 Gietro (4, (14						
Balise P 1	3320			+210 (12. 8.69-13. 8.70)		+ 0.76 (12. 8.69-13. 8.70)
Balise P 2	3270			+210 (12. 8.69-13. 8.70)		+ 0.69 (12. 8.69-13. 8.70)
Balise P 3	3210			+140 (12. 8.69-13. 8.70)		+ 0.58 (12. 8.69-13. 8.70)
78 Limmern (4						
Balise 3 (15	2900			- 34 (- 18) (9. 9.69- 6. 9.70)		- 0.7 (8. 9.69- 7. 9.70)
Balise 2 (16	2800			- 79 (- 49) (9. 9.69- 8. 9.70)		+ 0.6 (8. 9.69- 7. 9.70)
Balise 1 (17	2450			- 87 (- 75) (6. 9.69- 3. 9.70)		+ 1.1 (6. 9.69- 3. 9.70)
Plattalva (4						
Balise 4 (18	2800			+103 (+ 89) (12. 9.69- 9. 9.70)		0.0 (11. 9.69- 9. 9.70)
Clariden (6, (19						
Balise supérieur (20	2900	536 (11. 9.69-17. 6.70)		+300 (+164) (11. 9.69-24. 9.70)		- 0.2 (11. 9.69-24. 9.70)
Balise inférieur (21	2700	550 (12. 9.69-18. 4.70)		+248 (+139) (12. 9.69-22. 9.70)		0.0 (12. 9.69-22. 9.70)
Nivomètre cabane	2440	430 (13. 9.69-18. 4.70)				
90 Silvretta						
Balise SLF (7, (23	2750	320 (148) (22 (25. 9.69-18. 6.70)		+ 41 (+ 21) (25. 9.69-30. 9.70)		
Balise AHG (4, (24	2570			- 95 (- 86) (25. 9.69-26. 9.70)		+ 0.4 (24. 9.69-23. 9.70)
Terrain en avant du glacier SLF (7	2460	266 (145) (25. 9.69-17. 6.70)				

Explications des rubriques du tableau

(1 h_{max} = hauteur de neige maximum en fin d'hiver, en cm

b = valeur en eau correspondante en g/cm². 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 indiqué sous "période", en g/cm². Les bilans de masse spécifiques b sont les sommes b = c + a d'accumulation c et d'ablation a valables au point de mesure et pour le période indiquée; les valeurs de c doivent être introduites positives et celles de a négatives.

(3 ΔH = changement d'altitude de la surface glaciaire en mètres, déterminé par visées répétées de points fixes de la surface dont la position est définié par coordonnées fixes ou par intersection de deux visées. Ces points fixes sont repérés et marqués avant chaque mesure.

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 Société helvétique des SHSN (R. Haefeli)

(6 Mensurations de l'Institut suisse de météorologie à Zurich, tirées de A. Lemans: "Der Firnzuwachs pro 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten", 57ème rapport, Zurich 1971.

(7 Mensurations de l'Institut fédéral pour l'Etude de la neige et des avalanches à Davos - Weissfluhjoch, tirées de A. Lemans: "Der Firnzuwachs pro 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten", 57ème 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, on enfonce à 1.5 - 2 m chaque automne des tubes d'aluminium de 6.5 m (diam. 35/32 mm) prolongés par bambus de 2.5 m. Dans la zone d'ablation les repères des points fixes sont constitués par les balises IV, V et VI en tubes d'aluminium analogues aux précédents et qui sont enfoncés dans la glace à environ 4 m de profondeur.

Au moment de la mesure il y avait de la neige fraîche aux balises I à V; la balise VI était libre de neige.

Si, pour la zone du névé, on désigne par h_1 la hauteur de neige fraiche de 1969, par h_2 celle de 1970, par h_f l'épaisseur de l'ablation rapportés à la surface de vieille neige de 1969 et par γ_1, γ_2 et γ_3 les poids volumétriques correspondantes, on a:

$b_a^* = - h_1 - h_f + h_2$ et $b_a = - h_1 \gamma_1 - h_f \gamma_f + h_2 \gamma_2$.

Alors pour B I: $b_a = -21 \cdot 0.386 - 11 \cdot 0.650 + 67 \cdot 0.442 = +14$ cm d'eau

B II: $b_a = -20 \cdot 0.386 - 30 \cdot 0.650 + 75 \cdot 0.400 = +3$ cm d'eau

B III: $b_a = -14 \cdot 0.386 - 69 \cdot 0.650 + 48 \cdot 0.358 = -33$ cm d'eau

Pour les couches de neige fraîche de 1969 auprès des balises II et III, on a tenu compte du poids volumétrique mesuré à la balise I; pour la couche de 1970 auprès de la balise II, on a pris la moyenne des valeurs observées après des balises I et III. Pour les balises IV et V, on a déterminé le poids volumétrique de la couche de neige fraîche en automne 1970 entre les balises.

Si l'on désigne par h_e l'épaisseur de la couche de glace fondue dans la zone d'ablation et son poids volumétrique par γ_e, puis par h_s l'épaisseur de la couche de neige fraîche tombée en automne 1970 et son poids volumétrique par γ_s, on a:

$b_a^* = - h_e + h_s$ et $b_a = - h_e \gamma_e + h_s \gamma_s$.

Alors pour B IV: b_a = - 251 · 0.9 + 32 · 0.407 = - 213 cm d'eau

B V: b_a = - 228 · 0.9 + 33 · 0.407 = - 192 cm d'eau

B VI: b_a = - 405 · 0.9 = - 364 cm d'eau.

Concernant 5, Grand Glacier d'Aletsch

(9 Jungfrau EGIG (valeurs intermédiaires):

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	24. 3.70	1.30	9.00
17. 9.69	1.20	9.10	9. 4.70	1.40	8.90
7.10.69	1.00	9.30	28. 4.70	1.00	9.30
24.11.69	1.00	9.30	15. 5.70	1.10	9.20
10.12.69	0.80	9.50	17. 6.70	1.10	9.20
22.12.69	0.90	9.40	28. 6.70	1.00	9.30
10. 1.70	1.10	9.20	14. 8.70	1.00	9.30
19. 1.70	1.20	9.10	26. 8.70	0.70	9.60
5. 2.70	1.10	9.20	10. 9.70	0.70/2.70	9.60
27. 2.70	1.20	9.10	1.10.70	2.70	9.60
10. 3.70	1.20	9.10			

(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 valeur de b_a^* à la balise P 5 a été déterminée en tenant compte de l'inclination de celle-ci.

(13* Les données du 90ème rapport concernant les changements d'altitude 1968/69 au repère P 3 doivent être corrigées comme suit: + 1.30 m (10.9.68 - 8.9.69).

(13 Concernant 11, Allalin:

Toutes les balises sont replacées 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 profils transversaux 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. Au point A VII non seulement la neige d'hiver mais aussi tous le résidu de l'année précédente avaient fondu.

Si l'on désigne par h_1 la neige fraîche en automne 1969, par h_2 l'épaisseur de la couche ancienne en automne 1969, par h_e l'épaisseur de la couche de glace fondue ou nouvellement formée, et les poids volumétriques correspondants par γ_1, γ_2 et γ_e, on a:

$b_a^* = - h_1 - h_2 \pm h_e$ $\qquad$ $b_a = - h_1 \gamma_1 - h_2 \gamma_2 \pm h_e \gamma_e$.

Alors pour: A VII: b_a = - 50 . 0.1 - 111 . 0.5 + 16 . 0.9 = - 46 g/cm²

A : b_a = - 15 . 0.1 - 229 . 0.9 = - 208 g/cm²

B : b_a = - 14 . 0.1 - 189 . 0.9 = - 171 g/cm²

C : b_a = - 7 . 0.1 - 199 . 0.9 = - 180 g/cm²

D : b_a = - 5 . 0.1 - 348 . 0.9 = - 314 g/cm²

E : b_a = - 9 . 0.1 - 303 . 0.9 = - 274 g/cm².

(14 Concernant 37, Giétro:

On utilise ici comme balises des tubes de métal léger de 35/32 mm de diamètre et de 6.5 m de longueur qui sont enfoncés dans les points fixes à 1.5 - 2 m dans le névé.

Concernant 78, Limmern et Plattalva:

(15 Balise 3: Le changement d'épaisseur de la couche a été déterminé à la balise 3/69. Depuis l'année précedente 17 cm de nouvelle neige (poids volumétrique 0.441 g/cm^3) et 17 cm de névé (poids volumétrique 0.65 g/cm^3) ont fondu.
b_a = - 17 . 0.441 - 17 . 0.65 = - 18 cm d'eau.

(16 Balise 2: Le changement d'épaisseur de la couche a été déterminé à la balise 2/69. Depuis l'année précédente 10 cm de nouvelle neige et 69 cm de névé ont fondu. Pour le calcul de l'équivalent en eau on a appliqué le poids volumétrique déterminé à la balise 3.
b_a = - 10 . 0.441 - 69 . 0.65 = - 49 cm d'eau.

(17 Balise 1: Le changement d'épaisseur de la couche a été déterminé à la balise 1/69. Rapportés à la surface du 6.9.69 87 cm de glace (poids volumétrique 0.9 g/cm3) ont fondu en ce point et 10 cm de glace se sont formés (poids volumétrique estimée à 0.3 g/cm^3).
b_a = - 87 . 0.9 + 10 - 0.3 = - 75 cm d'eau.

(18 Balise 4 Plattalva: Le changement d'épaisseur de la couche à été déterminé à un repère du névé, environ 200 m au sud de la balise 4 par une fouille. Sur la surface teintée à l'ocre le 12.9.69 s'est formée une couche de névé de 153 cm d'épaisseur (poids volumétrique 0.579 g/cm^3).
b_a = +153 . 0.579 = + 89 cm d'eau.

Concernant Clarides:

(19 D'après A. Lemans, le maximum de la hauteur de neige a dû atteindre en avril ou en mai 575 cm (balise supérieure) et resp. 625 cm à la balise inférieure.

(20 Balise supérieure: On a mesuré le 17.6.70 une hauteur de neige de 536 cm avec un équivalent en eau de 227 cm; cette hauteur n'a été dépassée qu'une fois depuis que fonctionne le point de mesure. Le déplacement horizontal de la perche en direction du nord-est a été de 14.7 m du 12.9.69 au 24.9.70.

(21 Balise inférieure: Le 17.6.70 la hauteur de neige était de 540 cm. Durant l'année la balise s'est déplacée de 3.9 m vers le sud-est. Depuis septembre 1964 l'épaisseur du névé s'est accrue ici de 6.7 m, mais ne s'est pas modifiée depuis une année.

Concernant 90, Silvretta:

(22 Seule valeur mesurée de septembre 1969 à septembre 1970.

(23 Balise SLF: Pas d'indications sur le déplacement de la perche.

(24 Balise AHG: Comme l'année précédente les valeurs de b_a^* et de b_a ont été obtenues à la balise même.

3.5. Mensurations des glaciers de la région de Mattmark

3.5.1 Explications relatives aux tableaux 15 et 16.

Des données concernant les changements de surface et de volume des glaciers de la région de Mattmark ont été publiées précédement dans:

O. Lütschg: Ueber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge, Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes, Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Zürich 1926.

O. Lütschg-Loetscher: Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges, Beiträge zur Geologie der Schweiz - Geotechnische Serie - Hydrologie, 4. Lieferung, I. Band, I. Teil, 4. Kapitel, Kommissionsverlag Kümmerli & Frey AG, Zürich 1944.

P. Kasser: Fluctuations of Glaciers 1959-1965, IASH(ICSI)/UNESCO, 1967, Table 16, Parts 1 to 15 (Perioden 1932-1946, 1946-1956, 1932-1956).

- Die Gletscher der Schweizer Alpen 1965-1966, 87. Bericht, 1967. Tabelle 3b (Perioden 1932-1946, 1946-1956, 1932-1956).

- Die Gletscher der Schweizer Alpen 1968-1969, 90. Bericht, 1970. Tabelle 3b,(Periode 1956-1967)-.

Dans le présent 91ème rapport on a reporté dans le tableau 16 les changements de surface et de volume de la période 1956-1967 pour chaque glacier et pour des échelons d'altitude de 50 m. C'est la carte ci-annexée "Glaciers de Mattmark 1 : 10 000" qui a servi de base. De ce fait il est apparu des écarts pour les surfaces glaciaires en 1956 par rapport aux précédentes planimétries, écarts dûs d'une part à la dispersion des erreurs de méthode dans l'établissement des bases cartographiques et dans le calcul planimétrique, d'autre part en raison de petites divergences dans l'interprétation des limites des glaciers.

Pour le calcul du tableau 15 qui contient pour chaque glacier les surfaces des années 1932, 1946, 1956 et 1967 ainsi que les changements de surface, de volume et d'altitude des niveaux glaciaires entre ces dates, on a procédé comme suit:

a) Les changements de surface et de volume sont ceux des évaluations antérieures des intervalles 1932-1946, 1946-1956 et 1956-1967.

b) Les surfaces de 1956 sont les nouvelles valeurs tirées de la carte "Mattmark" 1956-1967 considerées comme définitives.

c) Les surfaces de 1932 et de 1946 ont été établies sur la base du nouvel état de 1956 et au moyen des changements calculés précédemment pour les intervalles 1946-1956 et 1932-1946.

d) Pour les intervalles 1932-1946 et 1946-1956, les changements de surface donnés en pour mille par an, et les changements moyens d'altitude des surfaces donnés en cm par an présentent des différences par rapport aux valeurs précédemment publiées, parce qu'il fallu adapter les changements de surface et de volume maintenus invariables aux nouvelles surfaces calculées des années 1932, 1946 et 1956.

3.5.2. Altitude moyenne de la ligne d'équilibre de la période 1956-1967.

Basé sur l'observation de 22 balises pendant les 11 ans de la période de 1956 - 1967 on a déterminé les altitudes suivantes de la ligne d'équilibre:

Glacier	Altitude de la ligne d'équlibre	Nombre de balises
Kessjen	3030	2
Hohlaub	3190	3
Allalin	3190	7
Schwarzberg	3030	5
Tälliboden	2810	2
Ofental	2810	3

Tableau 15. Glaciers de la région de Mattmark.
Variations des surfaces, volumes et altitudes moyennes des surfaces entre les états de 1932, 1946, 1956 et 1967.

Glacier		Surfaces F en 10^3 m^2				ΔF en 10^3 m^2		
No	Nom	1932	1946	1956	1967	1932/46 14 ans	1946/56 10 ans	1956/67 11 ans
1	Kessjen	784	740	626	578	- 44	- 114	- 44
2	Hohlaub	2925	2799	2519	2510	- 126	- 280	- 9
3	Allalin	10650	10326	9934	9948	- 324	- 392	+ 14
4	Hangend	419	371	291	268	- 48	- 80	- 23
5	Fluchthorn und Schwarzberggrat	420	398	409	376	- 22	+ 11	- 33
6	Schwarzberg	7403	6992	6460	6296	- 411	- 532	- 164
7	Seewinen	2177	2071	1920	1809	- 106	- 151	- 111
8	Monte Moro	321	306	218	191	- 15	- 88	- 27
9	Tälliboden	444	413	304	245	- 31	- 109	- 59
10	Ofental	876	814	608	511	- 62	- 206	- 97
	Total	26419	25230	23289	22732	-1189	-1941	- 557

No	ΔF (1 en °/oo /an			ΔV en 10^3 m^3			ΔH (2 (1 en cm/an		
	1932/46 14 ans	1946/56 10 ans	1956/67 11 ans	1932/46 14 ans	1946/56 10 ans	1956/67 11 ans	1932/46 14 ans	1946/56 10 ans	1956/67 11 ans
1	- 4.1	- 16.7	- 6.6	- 6397	- 4293	- 1199	- 60	- 63	- 18
2	- 3.1	- 10.5	- 0.3	- 8203	- 14909	+ 307	- 20	- 56	+ 1
3	- 2.2	- 3.9	+ 0.1	- 22398	- 30241	+ 18005	- 15	- 30	+ 16
4	- 8.7	- 24.2	- 7.5	- 2210	- 2304	+ 476	- 40	- 70	+ 15
5	- 3.8	+ 2.7	- 7.6	- 706	- 755	+ 334	- 12	- 19	+ 8
6	- 4.1	- 7.9	- 2.3	- 10891	- 32964	- 1879	- 11	- 49	- 3
7	- 3.6	- 7.6	- 5.4	- 6431	- 13990	- 3075	- 22	- 70	- 15
8	- 3.4	- 33.6	- 12.0	- 1867	- 2851	- 1004	- 42	- 109	- 45
9	- 5.2	- 30.4	- 19.6	- 3408	- 3127	- 2284	- 57	- 87	- 76
10	- 5.2	- 29.0	- 15.8	- 6712	- 7740	- 3266	- 57	- 109	- 53
Total	- 3.3	- 8.0	- 2.2	- 69223	-113174	+ 6415	- 19	- 47	+ 3

(1 Relatives à la moyenne arithmétrique $F_m = (F_a + F_e)/2$ des surfaces glaciaires F_a au début et F_e à la fin de la période considérée.

(2 $\Delta H = \Delta V/F_m$

Tableau 16. Glaciers de la région de Mattmark 1956 - 1967. (cf. Carte des glaciers de Mattmark)

a) Surfaces glaciaires en 1956, par échelons d'altitude de 50 m, en 10^3 m^2.

Echelons d'altitude en m s.m.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Täliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			12								12
4150 - 4100			59								59
4100 - 4050			89								89
4050 - 4000		4	94								98
4000 - 3950		7	112		2						121
3950 - 3900		11	180		9						200
3900 - 3850		17	245		7						269
3850 - 3800		45	185		6						236
3800 - 3750		38	199		14						251
3750 - 3700		26	255		40						321
3700 - 3650		32	354		47						433
3650 - 3600		36	365		54	11					466
3600 - 3550		44	408		73	21					546
3550 - 3500		103	428		35	82					648
3500 - 3450		107	549		16	139					811
3450 - 3400		121	548		22	188					879
3400 - 3350		144	456		26	306					932
3350 - 3300		147	715	26	1	361					1250
3300 - 3250	2	140	806	81	28	465	2				1524
3250 - 3200	6	188	706	68	12	549	15				1544
3200 - 3150	15	245	356	27	7	495	65				1210
3150 - 3100	26	197	405	25	9	475	141				1278
3100 - 3050	46	292	465	18	1	472	334			2	1630
3050 - 3000	126	168	307	15		507	325			15	1463
3000 - 2950	168	147	334	26		733	229			44	1681
2950 - 2900	159	150	275	5		430	264	13	7	69	1372
2900 - 2850	76	37	380			487	153	87	33	94	1347
2850 - 2800	2	20	237			191	131	85	48	102	816
2800 - 2750		22	106			258	75	32	69	102	664
2750 - 2700		14	77			177	44	1	105	73	491
2700 - 2650		17	53			36	40		36	81	263
2650 - 2600			43			0	66		6	26	141
2600 - 2550			28			0	36				64
2550 - 2500			28			3	0				31
2500 - 2450			24			52					76
2450 - 2400			24			20					44
2400 - 2350			18			2					20
2350 - 2300			9								9
2300 - 2250											
Total	626	2519	9934	291	409	6460	1920	218	304	608	23289

Tableau 16. Glaciers de la région de Mattmark 1956 - 1967. (cf. Carte des glaciers de Mattmark)

b) Surfaces glaciaires en 1967, par échelons d'altitude de 50 m, en 10^3 m^2.

Echelons d'altitude en m s.m.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Täliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			12								12
4150 - 4100			61								61
4100 - 4050			92								92
4050 - 4000		4	94								98
4000 - 3950		7	113		2						122
3950 - 3900		12	186		9						207
3900 - 3850		18	238		8						264
3850 - 3800		44	190		8						242
3800 - 3750		40	205		19						264
3750 - 3700		32	268		34						334
3700 - 3650		32	352		46						430
3650 - 3600		35	364		51	8					458
3600 - 3550		54	407		69	15					545
3550 - 3500		104	437		31	78					650
3500 - 3450		108	537		17	133					795
3450 - 3400		135	553		23	192					903
3400 - 3350		150	467	1	14	309					941
3350 - 3300	0	162	748	26	0	357					1293
3300 - 3250	3	140	812	82	21	450	1				1509
3250 - 3200	8	201	689	63	7	547	15				1530
3200 - 3150	20	238	357	25	7	485	60				1192
3150 - 3100	28	198	419	10	9	487	152				1303
3100 - 3050	46	295	480	9	1	480	296			0	1607
3050 - 3000	123	163	302	16		621	359			6	1590
3000 - 2950	157	134	337	30		652	238			35	1583
2950 - 2900	129	133	285	6		409	249	14	4	61	1290
2900 - 2850	64	34	385			451	152	68	20	92	1266
2850 - 2800		17	225			163	124	76	36	83	724
2800 - 2750		20	107			212	69	33	50	77	568
2750 - 2700		0	74			162	28	0	83	60	407
2700 - 2650		0	55			48	16		45	70	234
2650 - 2600			39			0	27		7	27	100
2600 - 2550			26			0	23				49
2550 - 2500			24			0	0				24
2500 - 2450			8			29					37
2450 - 2400			0			8					8
2400 - 2350			0			0					0
2350 - 2300			0								0
2300 - 2250											
Total	578	2510	9948	268	376	6296	1809	191	245	511	22732

Tableau 16. Glaciers de la région de Mattmark 1956 - 1967. (cf. Carte des glaciers de Mattmark)

c) Variations des surfaces glaciaires, de 1956 à 1967 par échelon d'altitude de 50 m, en 10^3 m^2.

Echelons d'altitude en m s.m.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Täliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			0								0
4150 - 4100			+ 2								+ 2
4100 - 4050			+ 3								+ 3
4050 - 4000		0	0								0
4000 - 3950		0	+ 1		0						+ 1
3950 - 3900		+ 1	+ 6		0						+ 7
3900 - 3850		+ 1	- 7		+ 1						- 5
3850 - 3800		- 1	+ 5		+ 2						+ 6
3800 - 3750		+ 2	+ 6		+ 5						+ 13
3750 - 3700		+ 6	+13		- 6						+ 13
3700 - 3650		0	- 2		- 1						- 3
3650 - 3600		- 1	- 1		- 3	- 3					- 8
3600 - 3550		+10	- 1		- 4	- 6					- 1
3550 - 3500		+ 1	+ 9		- 4	- 4					+ 2
3500 - 3450		+ 1	-12		+ 1	- 6					- 16
3450 - 3400		+14	+ 5		+ 1	+ 4					+ 24
3400 - 3350		+ 6	+11	+ 1	-12	+ 3					+ 9
3350 - 3300		+15	+33	0	- 1	- 4					+ 43
3300 - 3250	+ 1	0	+ 6	+ 1	- 7	- 15	- 1				- 15
3250 - 3200	+ 2	+13	-17	- 5	- 5	- 2	0				- 14
3200 - 3150	+ 5	- 7	+ 1	- 2	0	- 10	- 5				- 18
3150 - 3100	+ 2	+ 1	+14	-15	0	+ 12	+ 11				+ 25
3100 - 3050	0	+ 3	+15	- 9	0	+ 8	- 38			- 2	- 23
3050 - 3000	- 3	- 5	- 5	+ 1		+114	+ 34			- 9	+127
3000 - 2950	-11	-13	+ 3	+ 4		- 81	+ 9			- 9	- 98
2950 - 2900	-30	-17	+10	+ 1		- 21	- 15	+ 1	- 3	- 8	- 82
2900 - 2850	-12	- 3	+ 5			- 36	- 1	-19	-13	- 2	- 81
2850 - 2800	- 2	- 3	-12			- 28	- 7	- 9	-12	-19	- 92
2800 - 2750		- 2	+ 1			- 46	- 6	+ 1	-19	-25	- 96
2750 - 2700		-14	- 3			- 15	- 16	- 1	-22	-13	- 84
2700 - 2650		-17	+ 2			+ 12	- 24		+ 9	-11	- 29
2650 - 2600			- 4			0	- 39		+ 1	+ 1	- 41
2600 - 2550			- 2			0	- 13				- 15
2550 - 2500			- 4			- 3	0				- 7
2500 - 2450			-16			- 23					- 39
2450 - 2400			-24			- 12					- 36
2400 - 2350			-18			- 2					- 20
2350 - 2300			- 9								- 9
2300 - 2250											
Total	-48	- 9	+14	-23	-33	-164	-111	-27	-59	-97	-557

Tableau 16. Glaciers de la région de Mattmark 1956 - 1967. (cf. Carte des glaciers de Mattmark)

d) Variations des volumes glaciaires de 1956 à 1967 par échelons d'altitude de 50 m. en 10^3 m^3

Echelons d'altitude en m s.m.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Täliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			+ 23								+ 23
4150 - 4100			+ 105								+ 105
4100 - 4050			+ 196								+ 196
4050 - 4000		- 3	+ 245								+ 242
4000 - 3950		- 15	+ 264		- 4						+ 245
3950 - 3900		- 38	+ 359		- 15						+ 336
3900 - 3850		- 42	+ 260		- 8						+ 210
3850 - 3800		- 70	+ 144		+ 15						+ 59
3800 - 3750		-122	+ 334		+ 20						+ 232
3750 - 3700		- 2	+ 572		+ 50						+ 620
3700 - 3650		+ 2	+ 838		+ 68						+ 908
3650 - 3600		-210	+ 768		+ 55	+ 5					+ 618
3600 - 3550		-330	+ 510		+ 65	- 2					+ 243
3550 - 3500		-425	+ 648		+ 30	- 108					+ 145
3500 - 3450		-548	+ 370		+ 0	- 382					- 560
3450 - 3400		-415	- 8		+ 2	- 372					- 793
3400 - 3350		-155	+ 105	0	+ 2	- 8					- 56
3350 - 3300	0	+282	+ 905	+ 40	+ 0	+ 115					+1342
3300 - 3250	0	+605	+1582	+158	+ 18	- 70	0				+2293
3250 - 3200	+ 25	+778	+1198	+148	+ 38	- 125	- 5				+2057
3200 - 3150	+ 95	+760	+ 732	+ 30	+ 15	- 382	- 98				+1152
3150 - 3100	+172	+390	+ 725	- 40	- 15	- 432	+ 102				+ 902
3100 - 3050	+108	+335	+1108	- 2	- 2	+ 18	- 520			0	+1045
3050 - 3000	- 10	+295	+1058	+ 62		+2945	- 558			+ 15	+3807
3000 - 2950	-112	+ 15	+ 670	+ 75		+3425	+ 458			+ 10	+4541
2950 - 2900	-760	-115	+ 652	+ 5		+ 488	+ 342	- 28	- 58	-140	+ 386
2900 - 2850	-708	- 32	+1018			- 418	+ 80	-215	-158	-232	- 665
2850 - 2800	- 9	- 88	+1028			- 882	- 25	-468	-218	-372	-1034
2800 - 2750		-205	+ 780			-1930	- 185	-292	-418	-732	-2982
2750 - 2700		-225	+ 642			-2352	- 305	- 1	-792	-850	-3883
2700 - 2650		-115	+ 455			- 965	- 548		-610	-790	-2573
2650 - 2600			+ 340			0	-1088		- 30	-175	- 953
2600 - 2550			+ 152			0	- 725				- 573
2550 - 2500			- 132			- 12	- 0				- 144
2500 - 2450			- 295			- 165					- 460
2450 - 2400			- 220			- 238					- 458
2400 - 2350			- 108			- 32					- 140
2350 - 2300			- 18								- 18
2300 - 2250											
Total	-1199	+307	+18005	+476	+334	-1879	-3075	-1004	-2284	-3266	+6415

Tableau 16. Glaciers de la région de Mattmark 1956 - 1967. (cf. Carte des glaciers de Mattmark)

e) Variations moyennes de l'altitude de la surface glaciaire de 1956 à 1967, par échelons d'altitude de 50 m, en m.

Echelons d'altitude en m s.m.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Täliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			+ 1.9								+ 1.9
4150 - 4100			+ 1.8								+ 1.8
4100 - 4050			+ 2.2								+ 2.2
4050 - 4000		- 0.8	+ 2.6								+ 2.5
4000 - 3950		- 2.1	+ 2.3		-2.0						+ 2.0
3950 - 3900		- 3.3	+ 2.0		-1.7						+ 1.7
3900 - 3850		- 2.4	+ 1.1		-1.1						+ 0.8
3850 - 3800		- 1.6	+ 0.8		+2.1						+ 0.2
3800 - 3750		- 3.1	+ 1.7		+1.2						+ 0.9
3750 - 3700		- 0.1	+ 2.2		+1.4						+ 1.9
3700 - 3650		+ 0.1	+ 2.4		+1.5						+ 2.1
3650 - 3600		- 5.9	+ 2.1		+1.0	+ 0.5					+ 1.3
3600 - 3550		- 6.7	+ 1.2		+0.9	- 0.1					+ 0.4
3550 - 3500		- 4.1	+ 1.5		+0.9	- 1.4					+ 0.2
3500 - 3450		- 5.1	+ 0.7		+ 0	- 2.8					- 0.7
3450 - 3400		- 3.2	- 0		+0.1	- 2.0					- 0.9
3400 - 3350		- 1.1	+ 0.2	0	+0.1	- 0.0					- 0.6
3350 - 3300	0	+ 1.8	+ 1.2	+1.5	+ 0	+ 0.3					+ 1.1
3300 - 3250	0	+ 4.3	+ 2.0	+1.9	+0.7	- 0.2	0				+ 1.5
3250 - 3200	+3.6	+ 2.5	+ 1.7	+2.3	+4.0	- 0.2	- 0.3				+ 1.3
3200 - 3150	+1.8	+ 3.2	+ 2.1	+1.2	+2.1	- 0.8	- 1.6				+ 1.0
3150 - 3100	+6.4	+ 2.0	+ 1.8	-2.3	-1.7	- 0.9	+ 0.7				+ 0.7
3100 - 3050	+2.3	+ 1.1	+ 2.3	-0.1	-2.0	+ 0.0	- 1.6			0	+ 0.6
3050 - 3000	-0.1	+ 1.8	+ 3.5	+4.0		+ 5.2	- 1.6			+ 1.4	+ 2.5
3000 - 2950	-0.7	+ 0.1	+ 2.0	+2.7		+ 5.0	+ 2.0			+ 0.3	+ 2.8
2950 - 2900	-1.9	- 0.8	+ 2.3	+0.9		+ 1.2	+ 1.3	-2.1	-10.5	+ 2.2	+ 0.3
2900 - 2850	-1.0	- 0.9	+ 2.7			- 0.9	+ 0.5	-2.8	- 6.0	- 2.5	- 0.5
2850 - 2800	-9.0	- 4.8	+ 4.4			- 5.0	- 0.2	-5.8	- 5.2	- 4.0	- 1.3
2800 - 2750		- 9.8	+ 7.3			- 8.2	- 2.6	-9.0	- 7.0	- 8.2	- 4.8
2750 - 2700		-32.2	+ 8.5			-13.9	- 8.5	-2.0	- 8.4	-12.8	- 8.6
2700 - 2650		-13.5	+ 8.4			-23.0	- 2.0		-15.0	-10.5	-10.3
2650 - 2600			+ 8.3			0	-23.4		- 4.6	- 6.6	- 7.9
2600 - 2550			+ 5.6			0	-24.6				-10.1
2550 - 2500			- 5.1			- 8.0	0				- 5.2
2500 - 2450			-18.4			- 4.1					- 8.2
2450 - 2400			-18.3			-17.0					-17.6
2400 - 2350			-12.0			-32.0					-14.0
2350 - 2300			- 4.0								- 4.0
2300 - 2250											
Total	-2.0	+ 0.1	+ 1.8	+1.7	+0.8	- 0.3	- 1.6	- 4.9	- 8.3	- 5.8	+ 0.3

Tableau 16. Glaciers de la région de Mattmark 1956 - 1967, (cf. Carte des glaciers de Mattmark)

f) Variations moyennes de l'altitude de la surface glaciaire de 1956 à 1967, par échelons d'altitude de 50 m, en cm/an.

Echelons d'altitude en m s.m.	1 Kessjen	2 Hohlaub	3 Allalin	4 Hangend	5 Fluchthorn Schwarzberg-grat	6 Schwarzberg	7 Seewinen	8 Monte Moro	9 Täliboden	10 Ofental	Total
4200 - 4150			+ 17								+ 17
4150 - 4100			+ 16								+ 16
4100 - 4050			+ 20								+ 20
4050 - 4000		- 7	+ 24								+ 23
4000 - 3950		- 19	+ 21		-18						+ 18
3950 - 3900		- 30	+ 18		-15						+ 15
3900 - 3850		- 22	+ 10		-10						+ 7
3850 - 3800		- 15	+ 7		+19						+ 2
3800 - 3750		- 28	+ 15		+11						+ 8
3750 - 3700		- 1	+ 20		+13						+ 17
3700 - 3650		+ 1	+ 22		+14						+ 19
3650 - 3600		- 54	+ 19		+ 9	+ 5					+ 12
3600 - 3550		- 61	+ 11		+ 8	- 1					+ 4
3550 - 3500		- 37	+ 14		+ 8	- 13					+ 2
3500 - 3450		- 46	+ 6		+ 0	- 25					- 6
3450 - 3400		- 29	- 0		+ 1	- 18					- 8
3400 - 3350		- 10	+ 2	0	+ 1	- 0					- 5
3350 - 3300	0	+ 16	+ 11	+14	+ 0	+ 3					+ 10
3300 - 3250	0	+ 39	+ 18	+17	+ 6	- 2	0				+ 14
3250 - 3200	+33	+ 23	+ 15	+21	+36	- 2	- 3				+ 12
3200 - 3150	+16	+ 29	+ 19	+11	+19	- 7	- 15				+ 9
3150 - 3100	+58	+ 18	+ 16	-21	-15	- 8	+ 6				+ 6
3100 - 3050	+21	+ 10	+ 21	- 1	-18	+ 0	- 15			0	+ 5
3050 - 3000	- 1	+ 16	+ 32	+36		+ 47	- 15			+ 13	+ 23
3000 - 2950	- 6	+ 1	+ 18	+25		+ 45	+ 18			+ 3	+ 25
2950 - 2900	-17	- 7	+ 21	+ 8		+ 11	+ 12	-19	- 95	+ 20	+ 3
2900 - 2850	- 9	- 8	+ 25			- 8	+ 5	-25	- 55	- 23	- 5
2850 - 2800	-82	- 44	+ 40			- 45	- 2	-53	- 47	- 36	- 12
2800 - 2750		- 89	+ 66			- 74	- 24	-82	- 64	- 75	- 44
2750 - 2700		-293	+ 77			-126	- 77	-18	- 76	-116	- 78
2700 - 2650		-123	+ 76			-209	- 18		-136	- 95	- 94
2650 - 2600			+ 75			0	-213		- 42	- 60	- 72
2600 - 2550			+ 51			0	-224				- 92
2550 - 2500			- 46			- 73	- 0				- 47
2500 - 2450			-167			- 37					- 74
2450 - 2400			-166			-155					-160
2400 - 2350			-109			-291					-127
2350 - 2300			- 36								- 36
2300 - 2250											
Total	-18	+ 1	+ 16	+15	+ 7	- 3	- 15	-45	- 75	- 53	+ 3

3.6. Mensurations des glaciers de l'Aar.

Remarques concernant le tableau 17.

Le tableau 17 contient les principaux résultats relatifs aux glaciers supérieur et inférieur de l'Aar pendant l'année 1969/70. Un plan d'ensemble avec les profils de mesures ainsi qu'une liste des coordonnées des stations de mesures ont été publiés dans le 90ème rapport. Toutes les mesures ont été faites par le Bureau de géomètre A. Flotron à Meiringen sur la demande des Forces Motrices de l'Oberhasli SA.

Remarques concernant la figure 7 et le tableau 18.

Les vitesses observées à courte échéance au glacier inférieur sur le profil du Pavillon Dollfuss ont également été mesurées par A. Flotron dans le cadre du programme des Forces Motrices de l'Oberhasli SA. Nous tirons du rappcrt A. Flotron les données suivantes:

On a planté sur la moraine médiane, à environ 310 m du bord du glacier, une tige de fer et de 5 m de long sur laquelle était fixé un panneau de bois de 40 x 40 cm pourvu d'un repère en double triangle; cette mire fut photographiée tous les 4 jours par une caméra automatique Hasselblad 500 EL, magasin 70 et objectif Zeiss Sonnar 1 : 5.6, distance focale de 250 mm, film spécial Kodak Aerographic sur polyester, environ 120 images dans le magasin 70.

La caméra automatique et la mire ont été placés dans les coordonnées suivantes:

		y_m	x_m	H m s.m.
caméra (centre de l'objectif)		659 999.84	157 820.72	2288.20
Mire		ca 659 940	ca 157 480	
	au 26.9.1969			2244.81
	au 23.7.1970			2243.80
	au 25.9.1970			2243.23

L'échelle pour les déplacements est d'environ 1 : 1370. L'inclinaison de la surface du glacier d'après le plan au 1 : 10 000 (année 1964) est d'environ 9 %. Les prises de vue suivantes furent inutilisables en raison du brouillard ou de la chute de neige:

Prise de vue No	Date	Prise de vue No	Date
2	30. 9.69	37 - 38	17. 2.70 - 21. 2.70
11 - 14	5.11.69 - 17.11.69	41	5. 3.70
16 - 17	24.11.69 - 29.11.69	46 - 48	25. 3.70 - 2. 4.70
21 - 22	15.12.69 - 19.12.69	51	14. 4.70
25	31.12.69	54 - 55	26. 4.70 - 30. 4.70
29	16. 1.70	57	8. 5.70
34 - 35	5. 2.70 - 9. 2.70	59	16. 5.50

La restitution des photographies s'est faite sur le négatif. Le coordinatographe de précision a permis de déterminer les positions des perches par rapport aux points fixes sur le versant opposé; puis on a transformé les coordonnées de cliché en valeurs effectives au moyen de points connus par relevés géodésiques. L'erreur moyenne d'une position de perche se monte à ± 1.7 cm pour la composante horizontale, à ± 1.7 cm pour la composante verticale pour le sommet (mire) et de + 5 cm pour le pied dont la visibilité est souvant gênée par de la moraine ou de la couche de neige.

Tableau 7. Glaciers de l'Aar en 1969/70. - Récapitulation des principaux résultats.

Les mensurations furent faites, pour le compte des FM de l'Oberhasli, par A. Flotron, bureau de géomètres à Meiringen.

Profils [1]	Jour et mois de l'observation 1969	1970	Altitude moyenne de la surface en m s.m. 1969	1970	H 1970-H 1969 en m	Déplacement 1969/70 Nombre de jours	moy. en m	max. en m	Vitesse v en m /365 jours 1968/69	1969/70	Division du glacier, limitée par les profils	Variations de superficie 1969-70 en m^2	Variations de volume 1969/70 en 1000 m^3
Oberaar													
17			2680.6	2679.5	- 1.1								
16 Profil le plus haut			2569.0	2568.1	- 0.9		15.80	24.2		16.02	17 et 16		- 593
15 Profil supérieur			2491.7	2490.8	- 0.9		13.21	19.3		13.39	16 et 15		- 540
14 Profil médian			2379.9	2377.3	- 2.6		11.24	16.2		11.40	15 et 14		- 784
Front du glacier 1970(FO70)											14 et FO 70		- 268
Front du glacier 1969(FO69)											FO 70 et FO 69	- 7100	- 149
Unteraar													
Finsteraar:													
13 Finsteraar			2660.3	2660.9	+ 0.6						13 et 12		
12 Strahlegg			2631.9	2630.9	- 1.0						12 et 11		- 608
11 Grunerhorn			2567.4	2566.7	- 0.7		45.29	58.2		45.91	11 et 10		- 294
10			2456.6	2456.9	+ 0.3						10 et 6		- 711
6 Mieselenegg													
Lauteraar:													
9			2647.4	2650.2	+ 2.8						9 et 8		+2270
8 Wildläger			2519.6	2520.4	+ 0.8		2)	2)		2)	8 et 7		+ 731
7			2434.6	2434.8	+ 0.2						7 et 6		- 626
6 Mieselenegg													
Unteraar:													
6 Mieselenegg			2369.4	2367.9	- 1.5		30.67	40.8	32.60	31.10			
5			2296.9	2296.1	- 0.8						6 et 5		-1604
4 Pavillon Dollfuss			2226.5	2225.2	- 1.3		18.12	27.6	18.96 [3]	18.37	5 et 4		-1437
3			2144.6	2143.0	- 1.6						4 et 3		-1362
2 Brandlamm supérieur			2057.7	2055.7	- 2.0		3.68	6.2	4.28	3.73	3 et 2		-1738
1			1997.4	1994.9	- 2.5						2 et 1		-1025
Front du glacier 1970(FU70)											1 et FU 70		- 657
Front du glacier 1969(FU69)											FU 70 et FU 69	- 4010	- 325
	relevé aérophotogrammétrique du 23.9.1969	relevé aérophotogrammétrique du 18.9.1970				360					Oberaar, en aval du profil 16		- 2334
											Unteraar en aval des profils11et8		- 7386

1) Une esquisse présentée dans le 90e rapport montre la situation des profils.
2) En 1969 la neige fraîche a empêchée le dépouillement des relevés aériennes.
3) La valeur de 19.98 dans le 90e rapport était erronée.

Figure 7 : Glaciers de l'Aar en 1969/1970

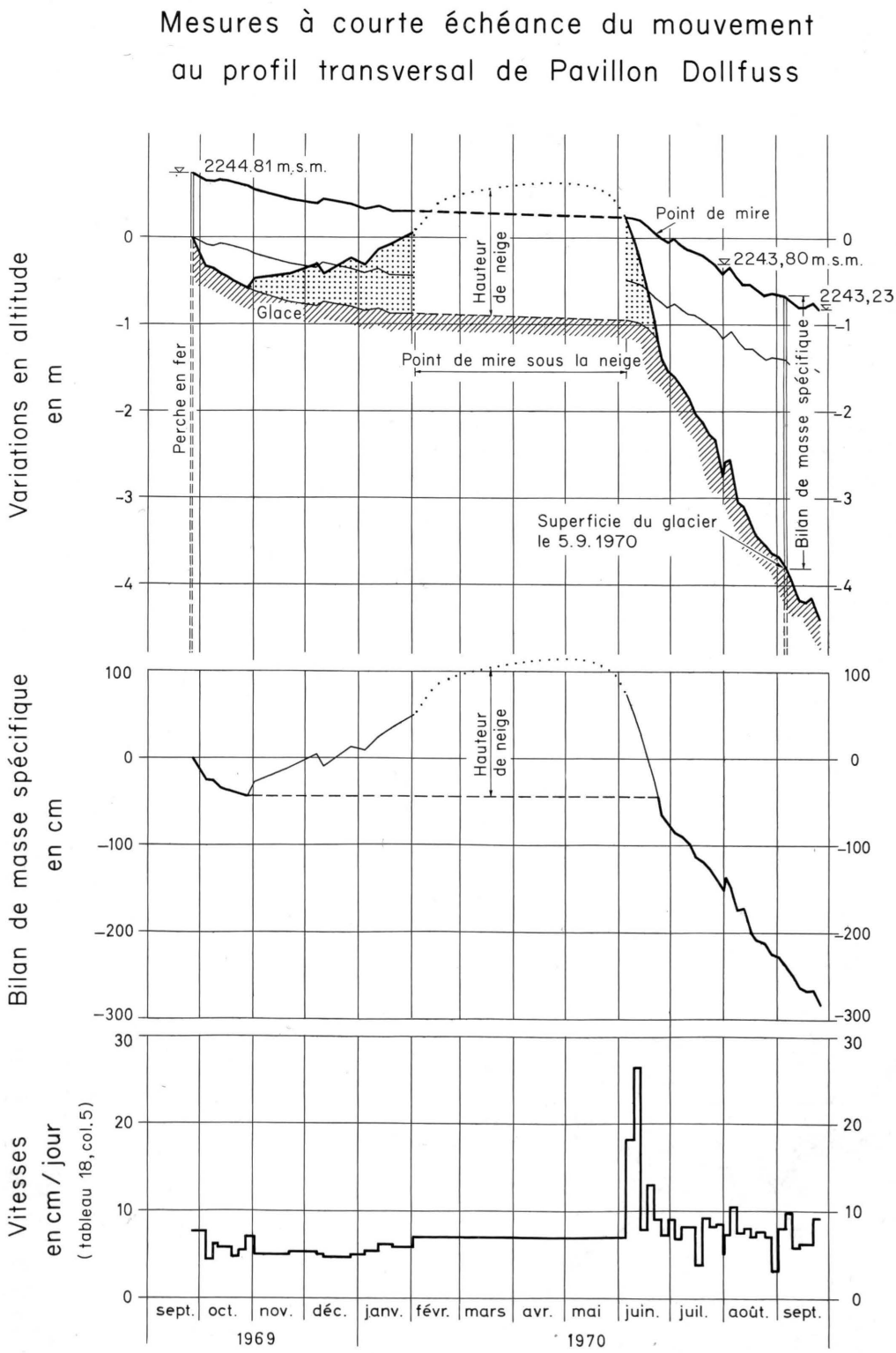


Tableau 18. Glaciers de l'Aar en 1969/70.

Mesures à courte échéance de vitesse au profil 4, Pavillon Dollfuss. (On a mesuré le déplacement d'une tige de fer solidaire du glacier. Mesures faites par A. Flotron, bureau de géomètre, Meiringen, pour la compte des Forces Motrices de l'Oberhasli SA).

1 Prise de vues No ; Les prises de vues Nos 34 à 63 n'ont pas été utilisées parce que la mire était enneigée. Les autres numéros manquants du tableau étaient inutilisables en raison du mauvais temps (brouillard, chute de neige).

2 Les prises de vues ont eu lieu tous les 4 jours vers 11 h.

3 Intervalles entre les prises de vue, en jours

4 Composante horizontale du déplacement en cm dans le plan de mouvement; angle de l'axe optique relatif à la normale au plan de mouvement: inclinaison ω = - 1g94', obliquité ρ = + 3g61'

5 Composante horizontale de la vitesse en cm par jour

6 Composante verticale du movement, resp. changement de cote de mire au bord supérieur de la tige de fer, en cm

7 Distance de la mire à la surface du glacier, en cm

8 Bilan spécifique en cm de glace, rapporté à l'intervalle depuis le 26.9.69

9 Hauteur de neige en cm; du 3.2. au 4.6.70 la hauteur de neige était supérieur à 118 cm

10 Nombre de jours depuis le 26.9.69

11 Composante horizontale du déplacement depuis le 26.9.69

12 Changement de cote de la mire (au bord supérieur de la tige de fer) depuis le 26.9.69 en cm

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No	Date	Jours	cm	cm/jour	cm	cm	cm	cm	Jours	cm	cm
1	26. 9.69					74	0		0	0	0
		8	61	7.7	- 9						
3	4.10.69					99	- 25		8	61	- 9
		4	18	4.5	- 1						
4	8.10.69					100	- 26		12	79	- 10
		4	27	6.2	+ 2						
5	12.10.69					108	- 34		16	106	- 8
		4	23	5.8	- 1						
6	16.10.69					111	- 37		20	129	- 9
		4	23	5.8	- 2						
7	20.10.69					114	- 40		24	152	- 11
		4	19	4.8	- 2						
8	24.10.69					98			28	171	- 13
		4	22	5.5	- 2						
9	28.10.69					118	- 44	0	32	193	- 15
		4	28	7.0	- 4						
10	1.11.69					102		16	36	221	- 19
		20	100	5.0	- 11						
15	21.11.69					86		32	56	321	- 30
		16	85	5.3	- 5						
19	7.12.69					70		48	72	406	- 35
		4	20	5.0	+ 5						
20	11.12.69					84		34	76	426	- 30
		16	75	4.7	- 6						
24	27.12.69					61		57	92	501	- 36
		8	40	5.0	- 5						
26	4. 1.70					65		53	100	541	- 41
		8	43	5.4	+ 3						
28	12. 1.70					49		69	108	584	- 38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		8	50	6.2	- 6						
30	20. 1.70					38		80	116	634	- 44
		12	71	5.9	0						
33	1. 2.70					24		94	128	705	- 44
		124	851	6.9	- 7						
64	5. 6.70					1		117	252	1556	- 51
		4	73	18.2	- 1						
65	9. 6.70					22		96	256	1629	- 52
		4	106	26.5	- 2						
66	13. 6.70					46		72	260	1735	- 54
		4	31	7,8	- 6						
67	17. 6.70					74		44	264	1766	- 60
		4	52	13.0	- 8						
68	21. 6.70					102		16	268	1818	- 68
		4	36	9.0	- 6						
69	25. 6.70					138	- 64		272	1854	- 74
		4	29	7.2	- 5						
70	29. 6.70					149	- 75		276	1883	- 79
		4	36	9.0	+ 3						
71	3. 7.70					159	- 85		280	1919	- 76
		4	27	6.8	- 7						
72	7. 7.70					163	- 89		284	1946	- 83
		4	33	8.2	- 5						
73	11. 7.70					171	- 97		288	1979	- 88
		4	33	8.2	- 3						
74	15. 7.70					187	- 113		292	2012	- 91
		4	15	3.8	- 3						
75	19. 7.70					192	- 118		296	2037	- 94
		4	37	9.2	- 6						
76	23. 7.70					201	- 127		300	2074	- 100
		4	33	8.2	- 6						
77	27. 7.70					213	- 139		304	2107	- 106
		4	34	8,5	- 10						
78	31. 7.70					233	- 159		308	2141	- 116
		1	5	5.0	+ 3						
79	1. 8.70					210	- 136		309	2146	- 113
		3	22	7.3	+ 5						
80	4. 8.70					222	- 148		312	2168	- 108
		4	42	10.5	- 12						
81	8. 8.70					258	- 184		316	2210	- 120
		4	30	7.5	- 8						
82	12. 8.70					256	- 182		320	2240	- 128
		4	32	8.0	0						
83	16. 8.70					274	- 200		324	2272	- 128
		3	21	7.0	- 5						
84	19. 8.70					283	- 209		327	2293	- 133
		5	38	7.6	- 7						
85	24. 8.70					287	- 213		332	2331	- 140
		4	28	7.0	+ 2						
86	28. 8.70					299	- 225		336	2359	- 138
		4	13	3.2	- 1						
87	1. 9.70					302	- 228		340	2372	- 139
		4	32	8.0	- 2						
88	5. 9.70					312	- 238		344	2404	- 141
		4	39	9.8	- 7						
89	9. 9.70					323	- 249		348	2443	- 148
		4	23	5.8	- 6						
90	13. 9.70					337	- 263		352	2466	- 154
		4	25	6.2	+ 1						
91	17. 9.70					341	- 267		356	2491	- 153
		4	25	6.2	+ 4						
92	21. 9.70					340	- 266		360	2516	- 149
		4	37	9.2	- 8						
93	25. 9.70					357	- 283		364	2553	- 157

4. LISTE DE PUBLICATIONS

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

Aufdermaur, A.N. - siehe Levi, L.

Barsch, D. - Periglaziale Seen in den Karstwannen des Schweizer Juras. - Regio Basilensis, Heft IX/1, 1968, S.115-134.

- Die pleistozänen Terrassen der Birs zwischen Basel und Delsberg.- Regio Basilensis, Heft IX/2, 1968, S. 363-383.

- Studien und Messungen an Blockgletschern in Macun, Unterengadin. - Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 8. 1969, S. 11-30.

- Permafrost in der oberen subnivalen Stufe der Alpen. - Geographica Helvetica, Heft Nr. 1, 24. Jg., 1969, S. 10-12.

Beck, E. - siehe Martinec, J.

Bezinge, A., Perreten, J.P. und Schafer, F. - Phénomènes du lac glaciaire du Gorner. - Bull. Murithienne, fasc. 87, 1970, p. 42-52.

Blinc, R., Lahajnar, G., Zupancic, I. und Gränicher, H. - Rotating Frame Spin - Lattice Relaxation in Hexagonal Ice. - Chem. Phys. Letters, 4, 1969, p.363.

Bonnard, D. und Bruschin, J. - Transports solides en suspension dans les rivières suisses. - Bull. techn. Suisse rom., année 96, 1970, No.6, p.91-96, Graph.

Breu, K. - Lawinenverbau im Kanton Schwyz. - Prakt. Forsteirtsch., Jg. 106, 1970, Nr. 6/7, S. 280-286, Abb.

Bruschin, J. - siehe Bonnard, D.

Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern - siehe hydrographisches Jahrbuch

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos - Ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement. Directives de l'Inspection des forêts pour la construction d'ouvrages de stabilisation de la neige. - Communication de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, No.29, 1968.

- siehe Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen.

Federer, B. - Der Schwarze Schneefall vom 14. und 15. März 1970. - Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Winterbericht des Eidg. Institutes f. Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Winter 1969/70, Nr. 34, 1971, S. 182-185.

Federer, B. und Philbert, K. - On the temperature profile and the age profile in the central part of cold ice sheets. - Journal of Glaciology, 10, No.58, 1971, p. 3-14.

Fitze, P. - siehe Furrer, G.

Föhn, P. - Methoden der Massenbilanzmessung bei grossen Schneehöhen, untersucht im Firngebiet des Grossen Aletschgletschers. - Beiträge zur Geologie der Schweiz - Hydrologie, Nr. 20, 1971, Dissertation ETH 1971.

Frutiger, H. - Verwehungsbau "Plütschessa", Ftan im Unterengadin. - Wildbach- und Lawinenverbau 34, Heft 1, 1970, S. 1-18.

Frutiger, H., Schild, M., Sommerhalder, E. und Quervain M. de - Lawinenschutz in Graubünden. - Strasse und Verkehr, Nr.6, 1971.

Furrer, G. und Fitze, P. - Beitrag zum Permafrostproblem in den Alpen. - Vjsch. Naturforsch. Ges. Zürich, Jg. 115, 1970, Heft 3, S. 353-368, Schriftt.

Good, W. - Ein sutomatisches System zur Aufnahme und Auswertung von kristallinen Dünnschnittpräparaten. Verh. der Schweiz. Naturforsch. Ges., 1970, S. 180-187.

Gränicher, H. - Proton Magnetic Resonance in H_2O-Ice. - Ampere International Summer School II: Pulsed Magnetic and Optical Resonance, Sept. 1971, Basko polje, Yugoslavia.

- siehe Blinc, R.

- siehe Taubenberger, R.

Hubmann, M. - siehe Taubenberger, R.

Jaccard, C. - Transport Processes in Ice. - Structure and Transport Properties in Water and Aqueous Solutions, R.A. Horne ed., J. Wiley, N.Y., p. 25-64, 1971.

Jaggi, Ch. - Hydrologische Untersuchungen in verschiedenen Tessinertälern. Einfluss von Niederschlag und anderen Faktoren auf das Abflussgeschehen. - Diss. Naturwiss. Bern, 1970, VIII, 168 S., Bern, Koma. Kümmerli & Frey, Graph. Karte, Beiträge zur Geologie der Schweiz - Hydrologie, 1970, Nr. 18.

Kälin, M. - The active push moraine of the Tompson Glacier, Axel Heiberg Island, Canadian Arctic Archipelago. - Dissertation ETH, 1971.

Kasser, P. - Die Gletscher der Schweizer Alpen im Jahre 1968/69. - 90. Bericht der Gletscher Kommission der SNG. Zeitschrift "Die Alpen", Jg. 46, 4. Quartal, 1970, S.229-243.

- Les variations des glaciers suisses en 1968/69. - 90e rapport de la Commission des glaciers de la SNG. "Les Alpes", année 46, 1970, 4e trimestre, p.229-243.

Lahajnar, G. - siehe Blinc, R.

Lang, H. - Ueber den Einfluss meteorologischer Faktoren auf den Schmelzwasserabfluss. - Annalen der Meteorologie, Neue Folge, Nr.5, 1971, S.213-214.

Lang, H. und Patzelt, G. - Massenänderung und Volumenänderung des Hintereisferners im Zeitraum 1953-1964 sowie mittlere Grösse der vertikalen Komponente der Gletscherbewegung. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VII, Heft 1-2, 1971, S. 39-56.

Langway, Jr. C.C. - siehe Oeschger, H.

Lemans, A. - Der Firnzuwachs pro 1969/70 in einigen schweizerischen Firngebieten. - 57. Bericht, Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jg. 115, Heft 4, S. 273-239.

Levi, L. and Aufdermaur, A.N. - Crystal orientation in a wet growth hailstone. Journal of Atmos. Sc., 1970, No. 27, p. 512-513.

Link, H. - Speicherseen der Alpen = Bassins d'accumulation des Alpes. - Wasser- und Energiewirtschaft, Jg. 62, 1970, Nr.9, S.241-358.

Maag, H.U. - Ice Dammed Lakes and Marginal Glacial Drainage on Axel Heiberg Island, Canadian Archipelago. - Axel Heiberg Island Research Reports, McGill University, Montreal, 1969, 147 Seiten.

Mariétan, I. - La catastrophe du Giétroz en 1818. - Note complémentaire du 24 octobre 1970. - Un nouvear Longarone dans le val des Bagnes? - Bull. Muritienne, fasc. 87, 1970. p.12-15, 16-19.

Martinec, J. - Study of snowmelt runoff process in two representativ watersheds with different elevation range. - Proceedings of the Symposium on the redults of research on representative and experimental basins, Wellington, 1970. - IASH Publ. No.96, p.29-39.

Martinec, J. and Beck, E. - Schnee und Lawinen im Parsenngebiet. Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. - Winterbericht des Eidg. Inst. für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos. Winter 1969/70, Nr.34, 1971, S. 34-44.

Müller, F. - Mittelfristige Schwankungen der Oberflächengeschwindigkeit des Khumbugletschers am Mount Everest. - Schweiz. Bauzeitung, 86. Jg., Heft 31, 1968. p. 569-573.

- Perennial ice and snow masses. - UNESCO/IASH Technical Papers in Hydrology, No.1, 1970, 59 p.

- Snowpack Metamorphism. - Proceedings of NRC Hydrology Symposium , No.8, 1971, 18 p.

- Glacier Research. - Canadian Geophysical Bulletin, Vol. 23, 1970, p. 227-289.

Müller, F. and Ommanney, C.S.L.- The contribution of glacier ice to the world water balance. - Proceedings of Symposium on World Water Balance, Reading, 15-23 July, 1970, 13 p.

Oeschger, H., Stauffer, B. and Langway, Jr. C.C. - Carbon dating of Ice and other Isotope Studies at Byrd Station, Antarctica. - Antarctic Journal,5,4,112,1972.

Ommanney, C.S.L. - siehe Müller F.

Patzelt, G. - siehe Lang H.

Perreten, J.P. - siehe Bezinge, A.

Philbert, K. - siehe Federer, B.

Pool, S. - Die Gletschermühlen von Cavaglia GR. - Schweizer Naturschutz, Jg. 36, Nr.5, 1970, S.119-121.

Quervain, M. de - Bericht über die Tätigkeit des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung 1968/69. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 121 Nr. 9, 1970, S. 706-715.

- siehe Frutiger, H.

Röthlisberger, H. - Massnahmen gegen die Ausbrüche eines Gletschersees ob Saas Balen (Grubengletscher). - Schweizerische Bauzeitung, 89. Jg., Heft 40, 1971, S. 999-1003.

Salm, B. - On the rheological behavior of snow under high stresses. -Contrbutions of the Institute of Low Temerature Sciences, Sapporo, Serie A, No.23, 1971.

Schafer, F. - siehe Bezinge, A.

Schild, M. - Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden. - Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. - Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Winter 1969/70, Nr. 34, 1971, S. 97-181.

- Schnee- und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet. - Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. - Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch-Davos, Winter 1969/70, Nr. 34, 1971, S. 45-96.

- siehe Frutiger, H.

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen - Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos, Winter 1969/70, Nr.34, 1971, 187 Seiten mit Beiträgen von Beck, E., Federer, B., Martinec, J. und Schild, M.

Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich - siehe Annalen

- siehe Niederschlagsmessungen.

S.E. - Die Lawinenverbauung der Lötschbergbahn auf der Faldumalp. - SBB Nachr.bl., Jg. 47, Nr.3, 1970, S. 48-49.

- Ligne du Loetschberg. Protection contre les avalanches de la Faldumalp. - CFF, année 47, No 3, 1970, p. 48-49.

Sevruk, B. - Comments on seasonal variation in rain gage catch. - Water Resources Research, 7, 3, 1971, p. 741-743.

Sommerhalder, E. - siehe Frutiger, H.

Stauffer, B. - siehe Oeschger, H.

Taubenberger, R., Hubmann, M. and Gränicher, H. - Druckabhängigkeit der komplexen DK von Eis I_h Einkristallen. - Helv. Phys. Acta 44, 1971, p. 567.

Vuadens, L. - Grotte sous-glaciaire Gorner-Grenz, Zermatt, VS, à la confluence des glaciers du Gorner et de Grenz, alt. 2615 m. - Stalactite, année 20, No. 1, 1970, p. 30-34.

Walser, E. - Transport gelöster Stoffe in Fliessgewässern. - Verh. schweiz. Naturforsch. Ges., 150, Jahresversammlung, Basel, 1970, wissenschaftl. Teil, S. 175-176.

Zupancic, I. - siehe Blinc, R.

Index des rapports annuels parus jusqu'aujourd'hui:

Les rapports sur les variations des glaciers suisses ont été crées 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

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 91 : Les Alpes, vol. 1 à 46, Berne 1925 à 1971,
Nos 71 à 75 : sans tableaux
Nos 85 à 91 : extraits des rapports complets.

Mattmark-Gletscher

1 : 10 000

Aufnahmen 1956 und 1967

Eidg. Landestopographie Wabern-Bern

Versuchsanstalt für Wasserbau,
Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich

Kraftwerke Mattmark AG Saas Grund

Gletscherkommission der SNG Zürich

1971

MATTMARK-GLETSCHER

Massstab 1:10 000 **Äquidistanz 10 m**

Luftphotogrammetrische Aufnahmen

15. September 1956

21. August 1967 / 25. September 1967

Gletschergrenzen 1956

Gletschergrenzen 1967

Schneeflächengrenzen 1956

Schneeflächengrenzen 1967

Teilgebietsgrenzen

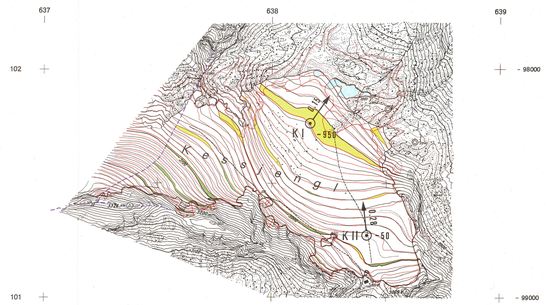
Unterschied zwischen den Gletscherständen 1956 und 1967, dargestellt durch horizontale Schnittflächen:

Bei Zunahme der Gletscherdicke

Bei Abnahme der Gletscherdicke

Vermessungsstationen:

△ Triangulationspunkt ◎ Triangulationspunkt mit exzentrischem fixem Stativ ◎ Fixes Stativ



Niederschlags- und Pegelmessungen

Mittelwerte für die 11 Jahre vom 1. 10. 1956 bis 30. 9. 1967

Jahr = 1.10.-30.9 Winter = 1.10.-30.4. Sommer = 1.5.-30.9.

Niederschlag in Jahrestotalisatoren

10 ○ 1568 mm/Jahr, 1089 mm/Winter, 479 mm/Sommer

Niederschlag in Monatstotalisatoren

103 ○ 532 mm/Sommer

⊙ Pegel zur Messung von Netto-Akkumulation, Netto-Ablation und Oberflächengeschwindigkeit des Gletschers

18.5 ⊙ Horizontalkomponente der Verschiebung in m/Jahr

A VII ⊙ 330 Spezifische Haushaltszahl in kg/m² Jahr

Eidg. Landestopographie Wabern-Bern

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich

Kraftwerke Mattmark AG Saas Grund

Gletscherkommission der SNG Zürich

1971